

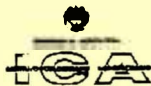
**FEDERACION NACIONAL  
DE CAFETEROS  
DE COLOMBIA**

**F.N.C.C.- CENICAFE**



**INSTITUTO  
COLOMBIANO  
AGROPECUARIO**

**I.C.A.**



**INSTITUT DE RECHERCHES  
SUR LES FRUITS  
ET AGRUMES**

**C.I.R.A.D.- I.R.F.A.**



**MEJORAMIENTO DEL CULTIVO DEL PLATANO  
EN LA ZONA CAFETERA DE  
COLOMBIA**

**1989-1992**

**INFORME FINAL**  
Diciembre 1992

**Programme Coopération Scientifique Internationale  
CCE/DG.12**

Contrat n° CI-10378-F  
Chef de projet : J. GANRY (CIRAD-IRFA)

Contractant : CIRAD-IRFA France  
Sous-contractants : FNCC, ICA (Colombie)

Financiación  
- CCE/DG12-CSI  
- FNCC

- Ministerio de asuntos exteriores de Francia  
- ICA  
- IRFA/CIRAD

FEDERACION NACIONAL  
DE CAFETEROS  
DE COLOMBIA

F.N.C.C. - CENICAFE



INSTITUTO  
COLOMBIANO  
AGROPECUARIO

I.C.A.



INSTITUT DE RECHERCHES  
SUR LES FRUITS  
ET AGRUMES

C.I.R.A.D. - I.R.F.A.



# MEJORAMIENTO DEL CULTIVO DEL PLATANO EN LA ZONA CAFETERA DE COLOMBIA

1989-1992

INFORME FINAL  
Diciembre 1992

Programme Coopération Scientifique Internationale  
CCE/DG.12

Contrat n° CI-10378-F  
Chef de projet : J. GANRY (CIRAD-IRFA)  
Relecteur : T. LESCOFF (CIRAD-IRFA)

Contractant : CIRAD-IRFA France  
Sous-contractants : FNCC, ICA (Colombie)

Financiación :  
- CCE/DG12-CSI  
- FNCC

- Ministerio de asuntos exteriores de Francia  
- ICA  
- IRFA/CIRAD

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
 <b>CUADRO GENERAL DE LA REALIZACION</b>	
Contexto geográfico	5
Clima	5
Geología	7
Suelos	9
Cuadro institucional	14
Financiación	15
Duración	15
 <b>CAPITULO 1 : ENCUESTA DIAGNOSTICO MULTIFACTORIAL</b>	
 I - La problemática	17
II - Objetivos del estudio	18
III - Metodología general	19
IV - Resultados	26
4.1 Características agrícolas	26
4.2 Economía, socioeconomía	30
4.3 Ecología	31
4.4 Variables a explicar	34
4.5 Características agronómicas	36
4.6 Estado sanitario	42
4.7 Otros problemas del cultivo	50
V- Análisis relacional	
5.1 Relación dentro de grupos homogéneos de variable	62
5.2 Relaciones entre plagas - enfermedades, suelo y clima	65
5.3 Relaciones entre análisis foliar, suelo, fertilización y deficiencias observadas	66
5.4 Relaciones entre plantas y ambiente	67
5.5 Comentarios sobre los análisis factoriales de correspondencia	68
5.6 Segmentación	69

VI - Valoración de los resultados	
6.1 Recomendaciones generales y practicas, para el mejoramiento del cultivo de plátano en la zona.	71
6.2 Definición de temas pertinentes de investigación	78
VII- Conclusion	80

## **CAPITULO 2 : ESTUDIOS SOBRE CERCOSPORIASIS**

I - Sigatoka amarilla ( <i>Mycosphaerella musicola</i> )	
1.1 Epidemiología de <i>M.musicola</i> en varias condiciones de altitud	81
1.2 Efecto sobre la producción	83
1.3 Sistema de manejo de la sigatoka amarilla	86
1.4 Comportamiento de la enfermedad sobre varios tipos de masáceas cultivadas	88
1.5 Conclusiones	89
II - Sigatoka negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> )	
2.1 Dispersión de la enfermedad en el país	90
2.2 Epidemiología	91
2.3 Incidencia sobre la producción y sistemas de manejo	92
2.4 Influencia de hospederos	92
2.5 Conclusiones	92

<b>CAPITULO 3 : GERMOPLASMA</b>	<b>93</b>
---------------------------------	-----------

<b>CONCLUSION GENERAL</b>	<b>96</b>
---------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	
--------------------------------	--



*"El plátano ahorra al hombre más esfuerzo que el vapor, le da la mayor cantidad de alimento por area y quizá, el esfuerzo máximo es comerlo después de asado..."*

**Isaac Holton.** La Nueva Granada.  
Veinte meses en los andes. 1857.

## **INTRODUCCION**

En Colombia puede afirmarse que **donde hay café hay plátano**, esta planta no solo es parte del paisaje cafetero (foto 1) sino que es un notable hecho socioeconómico.

La importancia de este cultivo está fuera de duda: bien por su papel como alimento básico o por sus implicaciones económicas: basta saber que como alimento ocupa el tercer lugar en consumo después de la papa y la leche: 80 kilos *per cápita/año*, uno de los más altos del mundo y como producto agrícola, sólo en la zona central, se estima un valor de cien mil millones de pesos por año, algo así como el 20% del valor de la cosecha nacional de café; además, recientemente está adquiriendo status empresarial en algunas regiones.

A pesar de lo anterior, este cultivo es considerado como secundario al café, y no ha recibido la atención acorde con su papel socioeconómico especialmente como parte de la seguridad alimentaria del país. Es por esta razón que se viene realizando una investigación multidisciplinaria e interinstitucional en la zona cafetera central y cuyos primeros resultados se consignan en este informe.

En Colombia, se estima en 2.500.000 toneladas por año, (**10% de la producción mundial**), la producción actual de plátano en **400.000 hectáreas**. Solamente unas 70.000 toneladas anuales (3.6 % de la producción nacional) se exportan de los alrededores de las zonas productoras de banano (costa Atlántica); o sea que la casi totalidad de esta gran producción está destinada al consumo interno: el plátano es un producto base de la alimentación de los treinta millones de colombianos. La cifra de consumo lo demuestra: 80 kg/año/per cápita en promedio nacional, y el doble en zona rural productora.

La principal **zona** de producción es la región **cafetera central** donde se produce alrededor de **800.000 toneladas anuales** en **120.000 hectáreas** bajo asociación con el café, principal renglón de la zona, y apenas 3.500 hectáreas en cultivo puro.

Esta zona tiene una superficie de 16.000 km cuadrados, de los cuales un 31 % está destinada a la agricultura (11 % con agricultura intensiva). 300.000 hectáreas están sembradas en café, en **pequeñas fincas** (promedio: 2,5 ha); más del 90 % de esas fincas produce plátano para la alimentación de los 2 millones de personas que constituye la población de la zona, y abastecen el consumo de los tres principales centros urbanos que son Bogotá, Medellín y Cali.

La **productividad** es **muy baja** : en promedio, **6,4 tonelada por hectárea y por año**. Pero esta cifra es explicable por tres razones principales :

- El sistema casi general es la **asociación con cultivo de café**, lo que implica bajo nivel de población, inferior a 500 plantas por hectáreas.
- El uso muy generalizado de **variedades** del tipo "**falso cuerno**" más apreciado y de más valor comercial, pero de menor producción que las variedades del tipo "french".
- Pocos cuidados a un cultivo que produce bien, pero que no tiene una promoción comercial a la calidad.

La **asociación café-plátano** (foto 2) es el sistema que predomina en la zona con distintos grados de organización: desde el sistema más tradicional, denominado "mateado", hasta la mejor organización espacial: en "barreras", que está actualmente en adopción; los cultivos puros son escasos y representan solo el 6 % del área en cultivo, sin embargo, están en progresión.

Tradicionalmente el plátano se ha tenido como un cultivo secundario al café, siendo objeto de mínimos cuidados y pocas investigaciones; sin embargo, su importancia económica a nivel regional tanto como a nivel nacional pesa cada día más por :

- Una **situación fluctuante e incierta** (**hasta alarmante** en este período) **de la economía cafetera**; base del desarrollo social de la región.
- Un **abandono progresivo del cultivo de plátano en la zonas tradicionales de baja altitud** (costas y valles interandinos) **por problemas** principalmente **fitosanitarios**: principalmente sigatoka negra y moko.
- Una **demanda nacional alta** debida a un nivel de consumo elevado y un alto crecimiento



FOTO 1 - La asociación Café-plátano



FOTO 2 - La asociación Café-plátano



La actual política de las autoridades nacionales y más particularmente la "Federación Nacional de Cafeteros" es disminuir la producción de café y promover e **intensificar la producción** de otros cultivos donde el **plátano** y los frutales son los más promisorios; Esto con el fin de preservar la relativa buena situación económica y social de la zona.

En este contexto, es necesario conocer en más detalle **los componentes bioclimáticos, fisiológicos y parasitarios** del sistema café-plátano en sus distintas situaciones, para poder lograr una optimización compatible con las realidades socioeconómicas de los agricultores.

La investigación adelantada de más de veinte años en la zona ya ha diagnosticado de forma temática varios limitantes :

- **la sigatoka amarilla** (*Mycosphaerella musicola*): La presencia de ésta enfermedad y su parasitismo es mal conocida en zonas de altitud, (como el caso de Camerún en condiciones similares: 5° latitud norte y 1000-1500 msnm); además, los controles con fungicidas son poco eficaces y antieconómicos; la mejor dirección de investigación parecería buscar técnicas integradas adaptadas a los sistemas de cultivo.
- **la enfermedad de rayas negras o sigatoka negra** (*Mycosphaerella fijiensis*): Esta se presenta en Colombia en las zonas de baja altitud y ya ha afectado la producción, se expande al rededor de la zona cafetera lo que constituye una grave amenaza, para lo cual es urgente buscar soluciones para disminuir los riesgos, posiblemente similares a las utilizados con sigatoka amarilla.
- **los patógenos del suelo**: especialmente **nematodos** sobre raíces que aparecen asociados con necrosis muy variables según la situación ecológica (sistema de cultivo-variedad, etc...).
- **la nutrición del cultivo**: varios síntomas de deficiencias son comunes, casi generales en la zona.
- **estrechez de la gama de variedades**: los conocimientos agronómicos y la producción misma están en esta zona restringidos a una variedad principal: **dominico-hartón** (falso-cuerno), lo que implica riesgos frente a parásitos potenciales.
- otros factores aparentemente limitantes, deberían ser objeto de una evaluación más profunda: es el caso del **picudo negro** (*Cosmopolites sordidus*) cuyo nivel de daño es muy variable, y del disturbio llamado **elefantiasis**, cuyos daños son graves aunque localizados y de agente causal desconocido.
- la parte económica en términos de motivación al agricultor, mercadeo, mano de obra y costo de producción por ejemplo, tienen que formar parte del análisis completo del cultivo.

Considerando la problemática anterior, y con fin de desarrollar el cultivo sobre mejores bases, se propuso estudiar el cultivo de forma global; entonces las actividades del proyecto se repartieron en tres puntos principales:

#### **A. Evaluación de la situación agronómica y sanitaria:**

Se propuso profundizar en el conocimiento de los problemas (limitantes) y jerarquizarlos; esta evaluación implicaba además un doble objetivo :

1. **Llevar soluciones inmediatas** para algunos problemas según el conocimiento existente.
2. **Orientar la investigación** en temas "precisos", para dar solución a los limitantes identificados.

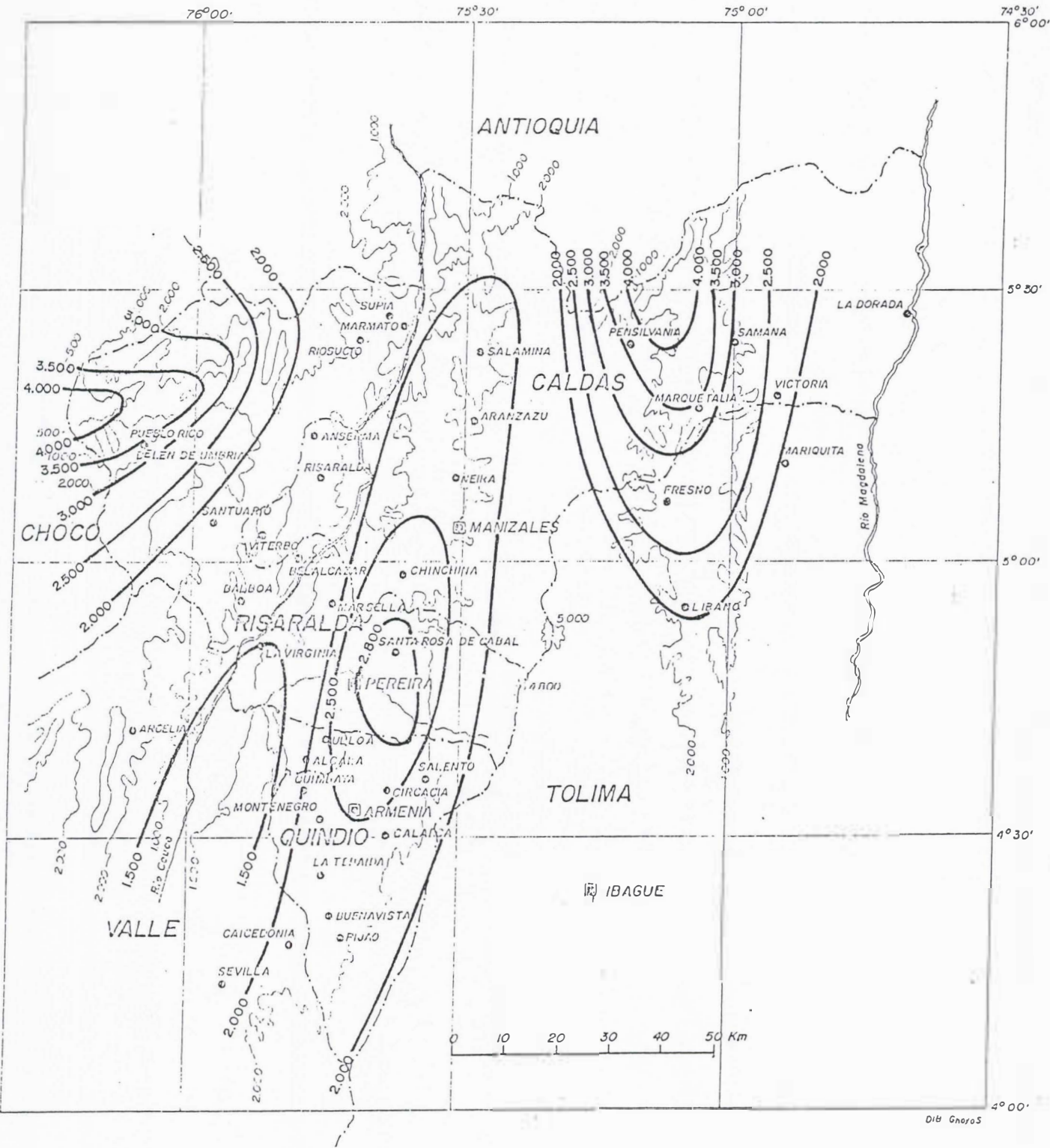
#### **B. Cercosporiasis:**

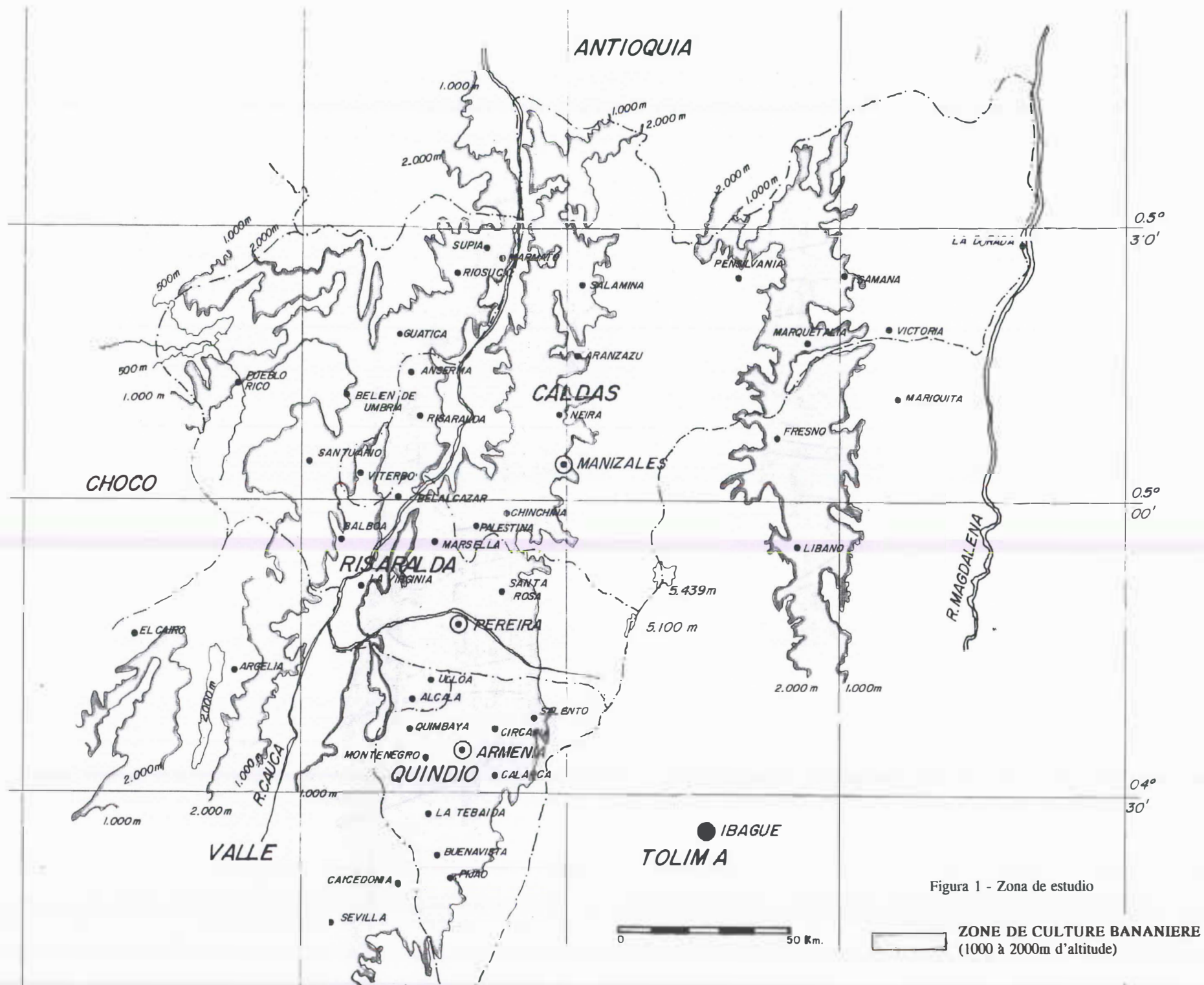
Juzgado como limitante principal por los especialistas, se propuso puntualizar estrategias de control económicamente rentables, con un sistema integrado: prácticas culturales, pronóstico bioclimático, sistemas de producción, etc..., en el marco de una prevención para el caso de la enfermedad de rayas negras, cuyo efecto sería dramático sobre la producción en parte de esta zona.

#### **C. Ampliación de la gama de variedades :**

Con la introducción de clones de plátano originarios de otros países, en particular del continente africano (Nigeria, Camerún, Costa de Marfil); se espera probar su comportamiento en varias situaciones ecológicas, y posteriormente entregarlos a productores y consumidores.

Figura 2 - Isoyetas anuales de la zona







## CUADRO GENERAL DE REALIZACION

### I. Contexto geográfico:

La zona de estudio (Figura 1) se ubica entre  $74.5^{\circ}$ - $76.2^{\circ}$  de longitud oeste y los  $4.0^{\circ}$ - $5.3^{\circ}$  latitud norte : es una **zona montañosa** (foto 3) atravesada por dos ramales andinos, donde el plátano se encuentra entre 900 - 2000 msnm.

Administrativamente corresponde a los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío y áreas limítrofes del Valle del Cauca y Tolima.

En ésta región se estiman 120.000 ha. de plátano asociadas entre 300.000 ha. de café con variedades tipo arábigo.

### II. Clima (Anexo 1) :

Por su localización geográfica, el clima a nivel macro está regido por la zona de convergencia intertropical (ZCIT), fenómeno que ocurre alrededor del Ecuador, y que se manifiesta por fuertes precipitaciones, tormentas eléctricas, y alta nubosidad; a escala local el comportamiento de los diversos elementos es modificado por las montañas que son de gran altura y extensión en esta zona.

Se dispone de abundante y valiosa información climatológica: series cronológicas, estudios regionales, etc desde unos cuarenta (40) años por parte de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, de la cual se ha extraído lo más importante.

#### 2.1 Precipitación (Figura 2)

La lluvia en la región se caracteriza por una variación con la altitud, siendo en general mayor de 2000 mm/año en la zona productora de café-plátano (1300 - 1700 msnm); presenta una distribución bimodal con dos períodos lluviosos: Abril-Mayo y Octubre-Noviembre: la distribución muestra un 60% en el segundo semestre. Algunos ejemplos están en la figura....

Los núcleos más lluviosos se ubican en el centro (Sta.Rosa de Cabal, Pereira) con 3000 mm/año y al oriente de Caldas (Samaná, Victoria) mayor de 4000 mm/año y los más secos abajo de 1200 msnm en la cuenca del río Cauca; además las lluvias nocturnas son más frecuentes y con intensidad moderada.

Se ha estudiado el balance hídrico (relación precipitación, evaporación, infiltración, escorrentía) el cual es positivo (exceso) en todos los meses para la mayoría de la zona arriba de 1300 msnm; deficit en cortos períodos (Enero-Febrero y Julio-Agosto) solo ocurre en la zona inferior a 1300 msnm en la cuenca del río Cauca; en general **no hay limitación grave por suministro de agua para la agricultura.**

#### 2.2 Temperatura (Figuras 3, 4 y 5)

Es el elemento más **variable con la altitud**: por estar en la zona tropical la variación de la temperatura en el tiempo es mínima (casi constante) mientras para cualquier punto es muy amplio el rango entre la máxima y la mínima:  $10-12^{\circ}\text{C}$  eso se aprecia en la siguiente ejemplo en dos áreas de esta región:



Temperatura (°C)				
	Altitud	Promedio	Maxi-promedio	Mini-promedio
Oriente	1700	19,6	25,0	14,8
Caldas	1200	22,1	27,6	17,1
Quindío	1700	18,3	22,2	12,8
	1200	22,2	28,8	16,9

El patrón de comportamiento diario es el siguiente: aumenta a partir de las 08 horas alcanzando el máximo alrededor de las 14-15 horas, disminuyendo hasta el mínimo a las 04-05 horas.

Se ha estimado una variación con la altitud de 0.6 °C/100 m, pero relaciones más precisas han sido determinadas para algunas vertientes mediante regresiones como las siguientes:

T.méd = 32.1 - 0.0083 x altitud (Risaralda - vertiente río Cauca).

T.méd = 32.7 - 0.0087 x altitud (Quindío - vertiente río Cauca).

T.méd = 29.6 - 0.0062 x altitud (Caldas - vertiente río Magdalena).

### 2.3 Brillo solar (Figura 6).

Aunque potencialmente se puede tener 11 - 12 horas diarias, es muy afectada por la nubosidad y la exposición de la ladera: en general se registran entre 1600 - 2000 horas/año, está también relacionado con la altitud : B.S. = 3.3 - 1.05 x altitud.

### 2.4 Vientos.

La configuración del relieve montañoso determina la circulación del aire: predomina el tipo local: valle-montaña: durante el día asciende el aire caliente (viento adiabático) y desciende en la noche. Las medidas indican **vientos de baja intensidad** (menos de 5 km/h), pero se presentan algunas veces ráfagas (50-60 km/h).

### 2.5 Humedad relativa.

Es **bastante alta** (>70%) con una tendencia similar al ciclo de las lluvias; mayor en los períodos lluviosos; a nivel diario está **inversamente** relacionado con la temperatura, en la noche alcanza el nivel de saturación mientras el mínimo: 40 -50 % ocurre entre las 14-15 horas.

### III. Geología :

#### 3.1. Histórica.

La deriva de continente ha creado una zona de subducción al lado americano del océano pacífico, que, al encuentro de la cuña continental precámbrica a provocado el levantamiento inicial de las tres cordilleras :

- La cordillera central en el fin del Paleozoico,
- la cordillera occidental al final del Mezoico y
- La cordillera oriental en el Terciario medio.

Más recientemente, esas tres cordilleras experimentaron varios movimientos e intrusiones magmáticas y un levantamiento epirogénico en el Terciario medio y en el Holoceno, dando como resultado su actual relieve.

El **vulcanismo andino Cenozoico** (Pleistoceno) sigue activo actualmente.

#### 3.2. Geomorfología.

La zona cafetera central estudiada comprende la cordillera central principalmente y la cordillera occidental.

Esas dos cordilleras están separadas por el río Cauca cuya cuenca se sitúa alrededor de 1000 msnm, y al límite oriental de la cordillera central con el río Magdalena donde la cuenca está más baja, alrededor de 200 msnm.

Esos dos ríos reciben numerosos afluentes de importancia secundaria que tienen origen en lo alto de las cordilleras; esos ríos van de Sur a Norte y desembocan al Océano Atlántico.

La cordillera central es la más alta, posee nevados que superan los 5000 msnm, y algunos volcanes en actividad : el nevado del Ruiz sigue proyectando cenizas todo el año.

El relieve de la parte norte de esta zona (correspondiente a los departamentos de Caldas, Risaralda y norte del Tolima) es muy accidentada, mientras el relieve de la parte sur (departamentos del Quindío y norte del Valle del Cauca) es más suave, tipo ondulado.

#### 3.3. Material parental.

La historia geológica de la zona explica la generación de una amplia gama de material parental, clasificado clásicamente en :

- Rocas ígneas:
  - \* basaltos hornbléndicos (o intercalados localmente con serpentina o diabasas)
  - \* andesitas hornbléndicas y feldespáticas
  - \* granitos feldespáticos, biotíticos y olivínicos
  - \* gabros biotíticos
  - \* riocitas hornbléndicas (pórfidos andesíticos y dacíticos)
  - \* manzonitas
  - \* sienitas feldespáticas y biotíticas
  - \* aglomerados (decomposición andesítica)

- Rocas sedimentarias:
  - \* areniscas silíceas, ferruginosas y conglomeráticas
  - \* arcillolitas
  - \* olivínicas
  - \* en conglomerado y aglomerado de tipo aluvial
- Rocas metamórficas:
  - \* esquistos talcosos, grafiticos, micáceos, serpentinosos, muscovíticos, olivínicos, biotíticos, cloríticos, cuarzo-feldspáticos y anfibólicos
  - \* anfibolitas
  - \* neis hornbléndicos

La gran particularidad geológica de la zona es el **recubrimiento reciente** (Pleistoceno y Holoceno) y muy amplio **en cenizas volcánicas** debido a la actividad de volcanes antiguos o actuales tal como los nevados del Ruiz, del Quindío, Santa Isabel y Tolima (las últimas explosiones del Ruiz de gran magnitud tuvo lugar en 1596 y 1985, habiendo depositado una capa de 20 cm de cenizas); el manto de cenizas volcánica es de espesor variable que ha moldeado la superficie irregular del terreno.

La ceniza, de acuerdo al tipo de grano, se deposita con ayuda de los vientos, lejos o cerca de focos de eyección.

La erosión (pluvial principalmente) a provocado la desaparición casi total de este manto en las zonas de pendiente más fuerte, dejando aflorar las rocas de formaciones geológicas anteriores, y acumulando en las partes bajas cenizas en capas muy amplias (hasta más de 50 metros).

**Las cenizas son materiales ígneos efusivos andesíticos**; la composición mineralógica está representada por vidrio volcánico, plagioclasa, hornblenda, ortoclasa y minerales amorfos, como principales.

De acuerdo con sus características físicas (capacidad de retención de humedad y compactación en seco principalmente) se identificaron cinco clases de cenizas volcánicas, cuya variabilidad obedece a varios factores :

- el primer corresponde a épocas de emanación que se originaron de magmas heterogéneos en su mineralogía y estructura.
- el segundo, el grado de intemperismo (transformación) dependiendo del clima de cada zona y del tiempo de deposición.
- el tercero, la lixiviación, ligado al intemperismo.

El proceso de intemperismo de las cenizas empieza con una liberación de sílice y un lavado de bases como calcio y magnesio pero permanece la alúmina, llegando a la formación en silicatos de alúmina altamente hidratados; esta mezcla de sílice y alúmina se conoce como "**alofana**".

La intensidad de los procesos siguientes del intemperismo está en relación gradual con la altitud, o sea con las temperaturas : más frío es la zona más lento es el proceso y al inverso. Ocurre una pérdida de parte de la alúmina, cuyo remanente unido a la sílice tiende a reorientarse para formar **arcillas** cristalizadas como la **halloysita**, la **caolinita** y la

**montmorillonita.** Los períodos alternos de humedad y sequía favorecen este proceso de cristalización.

Entonces los contenidos de suelos derivados de cenizas volcánicas en alofanos son directamente proporcionales con la altitud, e inversamente con arcillas cristalizadas.

Alrededor del **80 %** de la zona cafetera estudiada corresponde a suelos derivados de **cenizas volcánicas**. El 20 % restante corresponde en orden de importancia a suelos derivados de rocas sedimentarias, rocas metamórficas y rocas ígneas.

#### IV. Suelos:

Los suelos de esta zona, son principalmente (95 %) derivados de la alteración reciente de cenizas volcánicas; son relativamente pobres en bases intercambiables (excepto calcio), muy ricos en materia orgánica y con buenas propiedades físicas. El horizonte húmico procede de una selva primaria recientemente desaparecida, mantenido por prácticas adecuadas; así, la materia orgánica es frecuentemente mayor de 8 %.

##### 4.1. Clasificación internacional.

La Federación Nacional de Cafeteros, a través de su servicio de agrología, ha determinado los suelos de la zona a partir del material de origen.

La gran mayoría de los suelos (60,3 % encuestados pero alrededor del 80 % en la zona) hacen parte del grupo **DYSTRANDEPT** (Typic, Entic y Paralithic), correspondiente a HUMIC ANDOSOLS en la clasificación FAO y **ANDOSOLS** en la clasificación francesa. Después, se encuentra en orden de importancia decreciente :

- EUTROPEPT (Paralithic, Typic, Andic y Lithic) = EUTRIC CAMBISOLS (FAO) = "Sols bruns eutrophes tropicaux "(Francia)
- TROPORTHENT (Paralithic, Typic y Lithic) = REGOSOL (FAO) = "Sols peu évolués d'apport volcanique friable"(Francia)
- DYSTROPEPT (Andic, Typic, Lithic, Paralithic y Entic) = DYSTRIC CAMBISOL (FAO) = "Sols bruns acides"(Francia)

y en casos raros:

- ARGIUOLL (Vertic y Typic) = LUVIC PHAEZEMS (FAO) = "Brunizem à B textural" (Francia)
- TROPUDALF (Typic y Vertic) = EUTRIC NITOSOLS (FAO) = "Sols ferralitiques" (Francia)
- TROPAQUEPT (Fluventic, Andic y Typic) = DYSTRIC GLEYSOLS (FAO) = "Sols à gley peu profonds peu humifères"(Francia)

La gran mayoría de esos suelos se encuentran en mezcla.

#### 4.2. Caracterización de los suelos.

Los Andosoles (Dystrandept) juegan el principal papel agronómico y socioeconómico porque es adonde se encuentra la mayor densidad de población, lo que indica el alto índice de productividad.

Son suelos muy ricos en materia orgánica (desde 4 hasta 20 %) debido a la presencia muy reciente de los bosques naturales (< 200 años) bien conservados por una agricultura tradicional (caficultura con sombrío principalmente) y la presencia de un nivel alto de "alofanas" que limita el proceso de mineralización de esta materia orgánica, que se descompone entonces muy lentamente.

La Federación Nacional de Cafeteros en sus "estudios de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera" por departamento, ha clasificado y nombrado varias unidades de suelo :

- Unidad "CHINCHINA"
- Unidad "MONTENEGRO"
- Unidad "FRESNO"
- Unidad "QUINDIO"
- Unidad "MALABAR"
- Unidad "LIBANO"
- Unidad "FONDESA"
- Unidad "SAN DIEGO"
- Complejos y asociaciones con unas de estas unidades mayormente.

##### 4.2.1 Unidad "Chinchina" (foto 4).

Es la formación más extensa de cenizas volcánicas y la predominante en la región; se localiza aproximadamente entre los 1.250 y 1.900 msnm.

Es la unidad de más versatilidad en su uso ya que en ella prosperan en condiciones óptimas una gran gama de cultivos favorecidos por el clima existente: café, musáceas, cacao, caña de azúcar, piña, yuca, maíz, frijol, frutales, caucho, hortalizas, flores, bosques comerciales, etc...

Su capa orgánica tiene un espesor promedio de 0,40 cm, textura "franco-limosa" y estructura granular; el poder mineralizante de esta unidad es bajo.

Las partículas de cenizas son de grano medio y de color amarillo claro, de consistencia ligeramente plástica en estado húmedo y medianamente firme, pero al presionar se desmorona fácilmente, en estado seco.

Tanto la capa orgánica como el material de origen tienen una estructura muy estable: bien agregado.

Una característica que la diferencia con otras unidades es la presencia, en la capa de cenizas, de cuerpos esféricos constituidos de una caparazón terrosa denominado "Krotovina" construido por un insecto aún no determinado.

##### 4.2.2 Unidad Fondesa.

Unidad que se diferencia con la anterior por el tamaño más fino de sus partículas; se ubica entre 1.600 y 1.850 msnm. en la cordillera occidental; su estructura es de menor calidad que





FOTO 3 - Aspecto montañoso de la zona cafetera central



FOTO 4 - Unidad "CHINCHINA"

la anterior, pero es apta para varios cultivos.

#### 4.2.3 Unidad Fresno (foto 5).

Entre 1.350 y 1.900 msnm, en la parte nororiental de la cordillera central, se identifica por el tamaño medio de sus particular, una alta capacidad de retención de humedad (contenido alto de alofanos), y con mayor riqueza de materia orgánica en la capa superior (más de 20%). La estructura granular la hace muy resistente a la erosión.

#### 4.2.4 Unidad Montenegro (foto 6).

Se encuentra principalmente en el departamento del Quindío, entre 1.250 y 1.500 msnm; caracterizada por un tamaño de grano medio sin cohesión dándole una estructura débil o casi ausente, que la hace muy susceptible a la erosión; la capacidad de retención de humedad es muy baja. El contenido en Materia orgánica es medio a bajo, pero con más fertilidad por la riqueza en elementos minerales (Potasio en particular), lo cual favorece un excelente desarrollo del plátano.

#### 4.2.5 Unidad Quindío.

Muy parecida a la anterior, con características físicas más acentuadas, por tamaño de partículas más gruesas y textura franco arenosa, si ninguna cohesión.

#### 4.2.6 Unidad Malabar.

Unidad localizada a baja altitud, entre 900 y 1.250 msnm, caracterizada por un contenido en arcillas más alto (suelo más pesado), con propiedades físicas limitantes para varios cultivos como café y plátano,...).

La capa de materia orgánica es bastante variable, y cubre un manto arcilloso con concreciones de hierro; presenta un mayor contenido en bases intercambiables, pero desfavorables condiciones físicas.

Características agrológicas más importantes de las principales unidades de cenizas volcánicas de la zona cafetera :



FOTO 5 - Unidad "FRESNO"

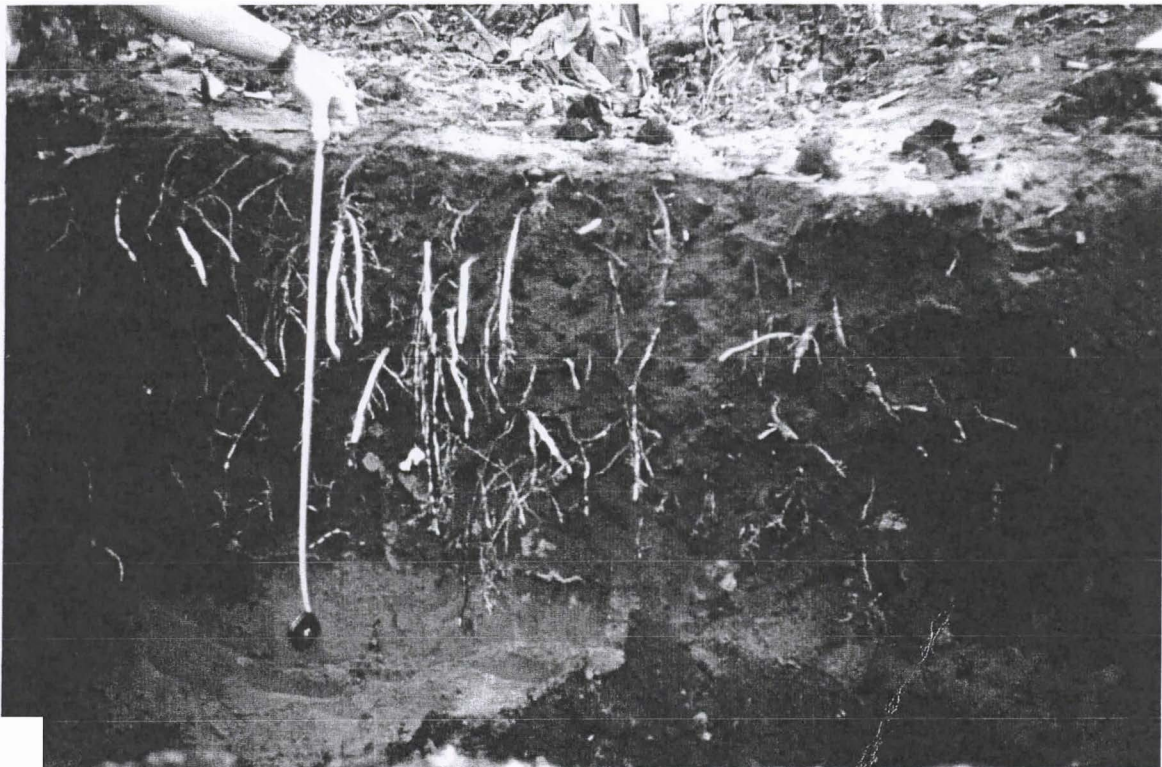


FOTO 6 - Unidad "MONTENEGRO"



Unidad	Tamaño del grano	Retención de humedad	Grado de evolución	Altitudes	Susceptibilidad a la erosión	Formación especiales	Observaciones
Chinchiná	Fino y coherente	Buena	Ligeramente evolucionada	1250-1900	Resistente krotovinas	Abundantes	Sin limitaciones en su uso <del>pero</del> manejo
Fondesa	Muy fino, ligeramente coherente	Mediana	Sin evolución	1600-1800	Ligeramente susceptible	Abundantes krotovinas	Sin limitación dentro de su ubicación, <del>pero</del> manejo cuidadoso
Fresno	Fino, muy coherente	Extremadamente alta	Incipiente	1350-1900	Muy resistente	Krotovinas escasas y débilmente formadas	No recomendable para plátano y cítricos, <del>pero</del> fácil manejo
Montenegro	Medio-medianamente coherente	Baja	Sin evolución	1250-1500	Susceptible	Krotovinas bien desarrolladas	Sin limitaciones en su uso pero cuidado en su manejo
Quindío	Grueso sin coherencia	Extremadamente baja	Sin evolución	1300-1800	Susceptible en extremo	Sin krotovinas	Sin limitaciones, <del>pero</del> muy cuidadoso
Malabar	Fino, coherente	Muy buena	Evolucionada	900-1250	Susceptible	Sin krotovina Abundantes concreciones de hierro	No recomendable para plátano y café

#### 4.2.7 Suelos de origen diferente (foto 7).

Dentro de la zona de producción de Caldas y Risaralda hay algunos suelos de origen metamórfico o sedimentario, aunque asociadas en alguna forma con cenizas volcánicas; cartográficamente se denominan asociaciones ó complejos; aunque no ocupan grandes extensiones tienen importancia por su valor agrícola: en general y a diferencia de los formados de cenizas presentan alta fertilidad natural, pero regulares condiciones físicas (baja M.O.) lo que limita el desarrollo de algunos cultivos.

Las principales unidades y sus características son las siguientes.

Unidad	Material parental	pH	Textura	Fertilidad	Profundidad efectiva	Aeración
Parnaso (200)	Basalto hornbléndico	5,8-6,2	F.Ar-Ar	Alta 30-70 cm	Regular a mala	Regular
Manila	Riodacita hornbléndica	6,6-6,0	F.L	Alta	Regular	Regular
Sincerin	Andesita feldespática	5,3	Ar.L	Alta	Regular	Regular
Violeta	Gabro biotítico	5,3-5,9	F.L	Alta	Regular	Regular
Frisolina	Basalto olivínico	5,5-5,7	F.Ar.L	Buena	Regular	Regular
Colón	Granito moscovítico	5,3-5,5	F.A	Buena		
Iberia	Andesitas hornblendo	4,8-5,3	F.Ar.L	Regular		
Cabaña	Cuarzo diorita biotítica	4,4-5,1	F.L	Regular		
Suroeste	Aglomerado	5,0-5,3	F.L	bueno		
Tareas	Conglomer.	6,2-6,8	F.Ar	bueno		
Asia	Conglomer.	5,9-6,3	Ar.L	bueno		
Guamal	Arenisca olivínica	5,2-6,0	Ar.L	bueno		
Cascare-ro	Esquisto moscovítico	6,1	F.Ar	bueno	Regular	
Tarapacá	Esquisto olivínico	5,9-6,2	F.A	bueno		
Chuscal	Anfibolita	5,8-6,2	Fr	bueno	bueno	
Tablazo	Esquisto	6,0-6,2	F.Ar	bueno		

## **V. Cuadro institucional (Figura 7) :**

Las actividades de esta investigación fueron desarrolladas entre tres participantes : CIRAD-IRFA, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC) e Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

### **5.1. Contribución del CIRAD-IRFA:**

Un agrónomo especializado en plátano, el Ingeniero Thierry Lescot, fue trasladado a Colombia (Abril 20/89), con financiamiento del Ministerio Francés de asuntos extranjeros y sede en el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE) en Chinchiná (Caldas); se buscó aprovechar la logística de investigación y facilitar los contactos con los Comités de cafeteros locales.

Adicionalmente, y según las necesidades se efectuaron, nueve misiones científicas, así:

- Tres por el Dr. Jacky Ganry, jefe del proyecto.
- Tres por el jefe del servicio de fitopatología, Dr. Xavier Mourichon, en cercosporiasis principalmente.
- Una por el pedólogo especialista en suelos volcánicos en banano, Dr. Bruno Delvaux.
- Una por el jefe del servicio de entomología-nematología, Dr. J.L Sarah.
- Una por el jefe del servicio de biometría, Dr. Xavier Perrier, en el análisis de información.

### **5.2. Contribución de FEDERACAFE :**

Un convenio particular fue establecido entre CIRAD-IRFA y FEDERACAFE, para fijar el rol administrativo y financiero del ingeniero T. Lescot ante la Federación; según este convenio, la Federación ha contribuido con :

- Dotación de : \* oficina y elementos de trabajo propios de la actividad para el técnico del CIRAD-IRFA.
  - \* un vehículo y asegurar su mantenimiento.
- Contribuir a los gastos de transporte y subsistencia en la zona.

Por otro lado, CENICAFE (Centro Nacional de Investigación de Café, ubicado en el municipio de Chinchiná, departamento de Caldas) ha sido el centro de operaciones del proyecto, contribuyendo con:

- Laboratorios de análisis (suelos, patología, química,...)
- Centro de documentación.
- Técnicos e ingenieros : Francisco Grisales, agrónomo; Omar Osorio, técnico agrícola; Selma Asprilla, agrónomo en formación.

Dentro de la estructura de la Federación, también participaron los Comites Departamentales de Cafeteros (Anexo 2) : Caldas, Quindío, Risaralda, con un gran apoyo de campo e información.

### 5.3. Contribución del ICA:

El ICA participó con su programa nacional de investigación de plátano-banano en tres centros cercanos a la zona cafetera central:

- Armenia : (convenio ICA-Comite Cafeteros del Quindío-CIID Canadá), con los técnicos: Silvio Belalcázar (líder), y Jorge Valencia en aspectos de agronomía, fisiología y fitopatología.
- Manizales : con el fitopatólogo especialista : Víctor Merchán V.
- Palmira : colección de germoplasma.

### VI. Financiación :

Se ha logrado a partir de la presentación del proyecto ante la **Comunidad Europea** (CCE/DG12-CSI) la financiación (210 670 Ecus) de una parte del proyecto durante dos años:

- Federacafe : 61 000 Ecus (= 47 % de la participación financiera).
- ICA : 68 020 Ecus (= 50 %).
- CIRAD-IRFA : 81 650 (= 45 %).

De otra parte, el **Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia** se comprometió en la financiación, durante tres años, de :

- El salario del Ingeniero francés,
- Dos viajes anuales de especialistas franceses,
- Capacitación de cortas temporadas de profesionales colombianos,

En fin, la Federación Nacional de Cafeteros, dentro del marco con el CIRAD-IRFA, puso a disposición del proyecto US\$ 40 200.

### VII. Duración:

La duración inicial del proyecto fue de dos años: desde abril de 1989 hasta abril de 1991, pero por ciertas circunstancias tales como : demoras administrativas, comprensión del medio y la naturaleza pluri-institucional del trabajo, el proyecto se **inicio realmente en Octubre de 1989 para terminarse en noviembre 1992**, o sea con una prórroga de un año y medio.

Figura 7 : Cuadro institucional

# FINANCIACION

<b>CEE/DG.12/CSI</b> Bruxelles	<b>FEDERACION</b> <b>NACIONAL</b> <b>DE CAFETEROS</b> Bogotá	<b>ICA</b> Bogotá	<b>MINISTERIO</b> <b>DE ASUNTOS</b> <b>EXTERIORES</b> FRANCES París	<b>CIRAD/IRFA</b> París
300.000 \$US	100.000 \$US		420.000 \$US	100.200 \$US

## PROYECTO DE INVESTIGACION :

### "MEJORAMIENTO DEL CULTIVO DEL PLATANO EN LA ZONA CAFETERA CENTRAL DE COLOMBIA"

- 3 temas :
- encuesta-diagnóstico
  - cercosporiasis
  - gama de variedades

**Federación**  
**Nacional de**  
**Cafeteros**  
**-CENICAFE**

**CIRAD/IRFA**

**Instituto**  
**Colombiano**  
**Agropecuario**  
**(R.9)**

Duración : 1ra fase : 3 años 1/2, o sea: desde junio 1989 hasta noviembre 1992.

# C A P I T U L O I

## ENCUESTA DIAGNOSTICO MULTIFACTORIAL

### I. LA PROBLEMÁTICA.

El sistema tradicional del cultivo de plátano está en relación estrecha con la caficultura, constituida en su mayoría de pequeños agricultores (minifundio, promedio de extensión de la finca : 2.5 ha); en éste contexto, el cultivo es considerado secundario en relación con el café, y entonces recibe pocos cuidados.

La importancia económica del producto a todos los niveles, familiar, local, regional y nacional, es cada día mayor considerando los siguientes hechos :

1. **Una situación fluctuante e incierta** , hasta alarmante actualmente, **de la economía del café**: la sobreproducción a nivel mundial ha hecho caer los precios internacionales desde 1.2 dólares hasta 60 centavos la libra de café pergamino actualmente, lo que obligó a la Federación Nacional de Cafeteros bajar el precio interno a los caficultores.
2. **El abandono progresivo del cultivo de plátano en las zonas tradicionalmente productoras en baja altitud**, costas y valles interandinos, por problemas sanitarios principalmente : sigatoka negra y moko.
3. **Una demanda creciente al nivel nacional** debido a un nivel de consumo alto : promedio de 80 kg/per cápita/año, el doble en zona rural, y en constante progresión por el crecimiento demográfico (1.6% anual).

La orientación actual de las autoridades nacionales y, en particular, de la Federación Nacional de Cafeteros es de **disminuir la producción de café** y de **promover e intensificar otros cultivos**, donde el plátano y los frutales son de mejor perspectiva. Con el objetivo de preservar la relativa buena situación económica y social de la zona.

A pesar de la importancia socioeconómica del plátano en la zona cafetera, **no se tiene actualmente una evaluación agronómica** detallada que permita identificar la magnitud de los factores limitantes y sus interrelaciones; por otro lado aunque hay bastantes recomendaciones técnicas, su generalización no es conveniente por el carácter "puntual" de la experimentación en que están basada.

Sabiendo que es imposible comparar en un mismo dispositivo experimental varios tipos de suelo o situaciones climáticas distintas, y además, que la duración de la experimentación clásica permite una explotación de los resultados muchos años después, se eligió el acercamiento de tipo "**encuesta-diagnóstico**", estudio multidisciplinario que permite tener



en corto tiempo una buena aproximación a la situación real incluyendo la más amplia variación, y que ha dado buenos resultados en otras situaciones (Camerún, Antillas francesas y Rwanda).

## **II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.**

Varios objetivos fueron propuestos :

### **1. Definición de la situación actual del cultivo en la zona :**

- situación agronómica.
- sistema de cultivo.
- problemas encontrado por el agricultor.

Las informaciones colectadas permiten presentar una visión objetiva del cultivo en el contexto socio-económico actual, además podrían servir como base de reflexión sobre las políticas a seguir, y también ser útiles en la definición de temas de investigación futura.

### **2. Definición de técnicas de cultivo más apropiadas.**

Las observaciones realizadas sobre las distintas prácticas de manejo en relación con la productividad permiten establecer lista de técnicas más recomendables, de entrega inmediata a los servicios de extensión, como primera fase dentro del proceso de mejoramiento del cultivo.

### **3. Jerarquización de los factores limitantes.**

La confrontación del conjunto de los datos colectados permite establecer una clasificación global de los factores más significativos que pueden actuar sobre la productividad del cultivo; eso permite, también, orientar de una manera más eficiente, las actividades para mejorar el cultivo, y dar luces en los aspectos a analizar.

### **4. Establecimiento de primeras normas de diagnóstico.**

Las mediciones de las plantas, los análisis de suelo y foliar, las notaciones de las enfermedades y plagas tratados por varios sistemas estadísticos permiten definir correlaciones significativas con la producción.

### **5. Definición de los temas de investigación y de los acercamientos investigación-extensión.**

Es éste uno de los objetivos más importantes: se pueden proyectar estudios más pertinentes y de más impacto en el mejoramiento de la producción.

### **III. METODOLOGIA GENERAL**

**ENCUESTA:** recolección de la información existente.

**DIAGNOSTICO:** comparación de las situaciones para definir factores explicativos.

El acercamiento experimental clásico, basado sobre la comparación de tratamientos dentro de dispositivos planificados, toma en cuenta de manera simultanea un pequeño número de factores en una misma situación ecológica.

El fundamento principal de la metodología que se propone utilizar es, como en la experimentación clásica, comparar situaciones diferentes, pero **analizando la variabilidad existente de manera natural en la zona**; es multiplicando los puntos a observar (considerados como tratamientos) que se estima esta variabilidad.

Su fundamento entonces, es utilizar los datos disponibles en varias parcelas cultivadas, consideradas como bloques unitarios de un gran ensayo.

Las principales fases de la encuesta fueron (Anexo 3) :

- definición de los objetivos y de la zona a estudiar,
- redacción de un protocolo de encuesta,
  - \* estrategia de muestreo,
  - \* elección de las variables a observar,
- análisis de los resultados,
- interpretación.

#### **3.1 Preencuesta :**

Tuvo por objeto el estudio de la información existente y establecer los contactos institucionales para tener un "marco de referencia" amplio y concreto, a fin de proyectar las actividades posteriores, como preparación y prueba de formularios de campo (Anexo .), capacitación de comisiones y selección de sitios de muestreo adecuados y representativos.

#### **3.2 Criterios para selección de sitios** (Anexo 5)

Con base en antecedentes de encuestas semejantes, tres factores se consideraron al elegir fincas a muestrear, que por orden jerárquico fueron :

- **Tipo de suelo:** según la caracterización hecha por la Federación de Cafeteros en "Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en zona cafetera", por departamentos, y a donde se caracterizaron los suelos de la zona por unidades, según su origen geológico.
- **Altitud:** el servicio de agroclimatología ha caracterizado las relaciones que existe entre la altitud y el clima, especialmente con las temperaturas (promedio, mínima y máxima), brillo solar y humedad relativa; se eligieron arbitrariamente tres niveles :



1. 900 - 1300 msnm (zona marginal baja para la producción de café).
2. 1300 - 1600 msnm (zona óptima para la producción de café).
3. 1600 - 2000 msnm (zona marginal alta para la producción de café).

- Y un tercer factor que incluye :

1. el **nivel de tecnificación** (bueno-medio y malo-medio)
2. el **sistema de asociación** con el cultivo de café ("mateado", en barrera, y monocultivo).
3. el **potencial de producción** (buen potencial o zona marginal).

Un factor de importancia fue la ubicación: fácil acceso (cerca de las carreteras principales).

Generalmente en cada municipio se eligió una finca por cada situación : suelo-clima-manejo independientemente del área o del número de fincas en cada grupo buscando **caracterizar la mayor variabilidad ecológica**; en esto se puso el mayor énfasis con la asesoría de los agrónomos locales (Comites Municipales de Cafeteros).

Finalmente en cada finca se tomó la información y las muestras en un lote entre 0.3 y 1.0 hectárea, según la población de plátano.

### **3.3 Realización de las visitas (encuestas)** (foto 8) :

Después de una formación (pre-encuesta) a las técnicas de observación y toma de datos, dos comisiones se formaron para la toma de informaciones, cada comisión estuvo constituida por un agrónomo, responsable de su comisión, un técnico y un ayudante de campo. Las visitas se hicieron con el apoyo del agrónomo encargado de la zona (Comites Municipales de Cafeteros) para la ubicación y el contacto con el agricultor o el administrador de la finca a encuestar; el agrónomo responsable del proyecto partió su tiempo en la organización y la coordinación de las visitas de las dos comisiones, la homogeneización de la toma de datos y el apoyo institucional.

Se obtuvo información de varios tipos :

- analítica (muestreo suelo-planta).
- agronómica (apreciación del potencial de producción, desarrollo vegetativo).
- fitosanitaria (plagas y enfermedades).
- fitotécnica (técnica de manejo).
- socioeconómica (motivación del agricultor).
- general (ubicación, suelo, clima, topografía, variedades, antecedentes de la plantación, etc...).

La primera parte de la encuesta consistió en una entrevista con el agricultor o su administrador para el llenado de la primera parte del cuestionario, correspondiente a la extensión de la finca y de los cultivos, de la finalidad de la producción de plátano y de la modalidad de su negocio, del histórico agronómico del lote a encuestar (antecedente, siembra, variedades, fertilización -café y plátano-, pesticidas, etc...) y de los problemas encontrados.



FOTO 7 - Unidad "PARNASO" (200)



FOTO 8 - Durante la encuesta





FOTO 9 - observación del estado sanitario de los raíces



FOTO 10 - Muestreo de suelo

La segunda parte consistió en la visita al lote en producción donde se anotó :

- altitud (altímetro), pendiente (clinómetro) y orientación (brújula),
- topografía, erosión y drenaje externo,
- presencia de otras musáceas cultivadas,
- sistema de cultivo ("mateado, barrera o monocultivo),
- densidad del café asociado,
- número promedio de plantas productivas por sitio,
- nivel de desarrollo del lote, vigor, manejo, nutrición (las eventuales deficiencias), problemas fisiológicos, plagas y enfermedades.

La caracterización de esos aspectos agronómicos se hizo mediante una escala cualitativa de cinco grados, desde nulo-ausente hasta general o total con tres notas intermedias; así mismo, la evaluación de daños (plagas/enfermedades) fue realizada con una escala de cinco grados absolutos.

- Seleccionando 10 plantas de la misma variedad a estado de floración (manos recién descubiertas), se anotó la variedad, la altura, la circunferencia a 1 metro y el número de manos y dedos.
- Sobre la misma planta, en una fracción del sistema radical previamente descubierto, se anotó el nivel de necrosis de las raíces (foto 9).
- En 30 plantas antes de floración elegidas al azar, se anotó la hoja más joven manchada y el número de hojas vivas.
- En 10 plantas recién cosechadas, se anotó el nivel de daño por picudo negro (importancia de galerías), después de un cortado tangencial del cormo, según la metodología IRFA (Vilardebo, 1973).
- una estimación del peso promedio de racimo del lote.

### **3.3 Métodos y tipo de muestras tomadas en campo.**

Tres tipos de muestras fueron tomadas en cada lote :

- Suelo (foto 10) : aproximadamente 1 kilo de muestra compuesta al rededor de las 10 plantas seleccionadas anteriormente y en la capa superior, inferior a 20 cm de profundidad.
- Tejido foliar (foto 11) : en las 10 plantas seleccionadas en estado de floración se tomó, del tercio medio de la hoja tres, una muestra de unos 15 cm. separando la muestra en dos; nervadura central y el limbo.
- Raíces : muestra compuesta alrededor de 200 gr. de diez plantas observadas.

Tejidos foliares y raíces fueron conservadas en nevera, y transportadas al laboratorio de Cenicafe como máximo cada 2 días.

Un análisis químico completo se realizó a cada muestra de suelo y foliar en CENICAFE por los métodos convencionales :

Elemento	Método
<b>Suelo :</b>	
pH	Potenciométrico en agua 1:1
Materia orgánica	Walkley Black
Fósforo	Bray II
Bases	Absorción atómica
Aluminium	Yuan - Absorción atómica (si pH > 5,5)
Textura	Al tacto
<b>Foliar :</b>	
Nitrógeno	Kjeldahl (Semimicro)
Fósforo	Colorimétrico con Molibdovanadato
K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn,Cu	Absorción Atómica
Boro	Colorimétrico con Azometina-H

En el caso de raíces, se identificó y cuantificó la fauna nematológica con el método de centrifugación-flotación (Coolen y D'Herde adaptado por A. Vilardebo) la que fue objeto de un estudio detallado (tesis de grado para la obtención del diploma de Ingeniero Agrónomo).

### 3.4 Manejo de información.

Toda la información fue computarizada en bases de datos (Dbase III), en 9 archivos :

- general (información general sobre la finca y su ambiente).
- planta (mediciones).
- manejo.
- daño (plagas y enfermedades, incluyendo le análisis de nematodos).
- fertilización (calculado en elementos por planta/año para el plátano, y por elemento/hectárea/año para el café).
- deficiencias.
- análisis de suelo.
- análisis del limbo.
- análisis de la nervadura.

Cada archivo está en relación con el código de las 165 encuestas.

Una revisión y validación de la información de campo fue necesaria para complementar o precisar los datos de campo.

Los archivos fueron duplicados en la base de datos del software "STATITCF" francés, para las primeras fases de la análisis estadística.



Las primeras fases del análisis estadístico consistieron en el cálculo de parámetros estadísticos descriptivos promedios, desviación estándar, distribución, mínima y máxima, etc..., previa agrupación en clases de cada variable.

### **3.5 Estadística.**

#### **Teoría sobre las herramientas estadísticas usadas en las encuestas diagnóstico multifactoriales.**

Además de los parámetros estadísticos clásicos permitiendo una descripción bastante precisa de los hechos agronómicos observados en serie como el promedio, la media, la desviación estándar, los mínimo y máximo (rangos), los coeficientes de regresión, etc..., la escuela francesa de biometría en agronomía ha desarrollado desde los años 60 métodos de análisis multidimensional que están teniendo un gran éxito, tal como los ACP, AFC o segmentación, que queremos precisar en seguida.

##### **3.5.1 El análisis en componentes principales (ACP).**

Es una metodología de estadística descriptiva que maneja una tabla cruzada de individuos (parcelas encuestadas, filas de la tabla en nuestro caso) descrito por un cierto número de **variables cuantitativas** (columnas de la tabla : contenido en N, P, K, Mg, etc..., por ejemplo).

Si los individuos fueran descritos solo por dos variables, sería fácil colocar los puntos-individuos en una gráfica cruzando esas dos variables, o sea en un espacio en 2 dimensiones. Si se dispone de 3 variables (espacio en 3 dimensiones) la gráfica sería todavía posible pero poco visible; matemáticamente, se pueden colocar los puntos en espacio de 2, 3, 4 o  $n$  dimensiones: la gráfica es sencillamente imposible.

El propósito del ACP es buscar el eje de la nube de puntos-individuos más largo colocado en un espacio a  $n$  dimensiones de las variables : es el eje que explica la mayor variación entre individuos; también conserva la menor distancia entre individuos, es decir que la distancia entre la proyección de 2 puntos sobre este eje es, en promedio, la más cercana a la verdadera distancia entre individuos. La distancia usada es la distancia geométrica habitualmente llamada distancia euclidiana.

Este eje es la primera componente principal: se busca en seguida un segundo eje, perpendicular al primero, que a su vez explica la segunda mayor variación entre individuos, es la segunda componente principal, etc..., hasta la  $n$  componente.

Entonces se reemplaza el espacio en  $n$  dimensiones iniciales con un nuevo espacio de  $n$  componentes principales; las coordenadas de cada punto pueden ser calculadas dentro de este nuevo espacio. Lo interesante es que se ha concentrado la información sobre las primeras componentes y que es suficiente examinar las 2, 3 hasta 4 primeras componentes, porque resumen entre 80 y 90 % de la variación total.

La interpretación se hace examinando la posición de los individuos en los planos formados por las componentes principales en relación con las variables originales.

Estas componentes principales corresponden a combinaciones lineales de variables iniciales, es fácil calcular las correlaciones entre componentes y variables, y conocer la significancia de las componentes principales en relación con las variables iniciales.

Muchas veces es útil identificar los individuos por las modalidades que tienen por una cierta variable cualitativa, por ejemplo sobre los planos de un ACP cruzando las parcelas y los datos

de análisis de suelo, se puede identificar las parcelas y las modalidades del "numero de dedos" y así buscar las condiciones de suelo favorables a una buena fructificación.

Otra técnica, muchas veces usada, es añadir a los individuos de la tabla, individuos llamados "suplementarios" quienes no participan a la análisis, pero están colocados sobre los planos de componentes principales. Se puede, así, hacer un ACP sobre parcelas de una variedad con las variables de análisis foliar y proyectar en suplemento las parcelas de otra variedad para estudiar sus posiciones en relación con las demás parcelas.

### 3.5.2 El análisis factorial de correspondencia (AFC).

Es una metodología comparable al ACP pero destinada al análisis de una tabla cruzada de modalidades de una primera **variable cualitativa** con las de una segunda variable cualitativa; en la casilla 1.1 de la tabla, se encuentra el numero que tiene a la vez la modalidad 1 de la primera variable y la modalidad 1 de la segunda variable, estas tablas se llaman "tablas de contingencia".

La distancia usada no es la distancia geométrica sino la distancia del *chi cuadrado* (idéntico al test del *chi cuadrado*). Una de sus particularidades es poder proyectar simultáneamente sobre los planos factoriales (análogo a los planos de componentes principales) las filas y las columnas de la tabla, o sea las modalidades de la primera y de la segunda variable. La interpretación se hace, con ciertas precauciones, en termino de proximidad entre modalidades. Se muestra que el AFC puede ser igualmente usado sobre tablas llamadas de "yuxtaposición de tablas de contingencia" constituidas por la reunión de tablas de contingencia entre una misma variable y otras. Esta técnica es usada cuando se quiere explicar una variable ("numero de dedos" por ejemplo) por una serie de variables cualitativas (manejo, aspecto sanitario, etc...). Es un acercamiento llamado de "regresión cualitativa".

Se muestra también que el AFC es usada sobre una tabla llamada "disyuntiva completa" cruzando individuos con las modalidades de varias variables cualitativa. Una modalidad toma el valor de 1 si corresponde al individuo, 0 si no corresponde. Es una extensión de la tabla de yuxtaposición de tablas de contingencia admitiendo por ejemplo una variable "parcela" que tendrá 165 modalidades; la interpretación es idéntica.

Como en el caso del ACP, es interesante de usar las técnicas de variables suplementarias, o la identificación de puntos por las modalidades de otras variables no tenidas en cuenta en el análisis.

ACP y AFC son metodologías simples en la teoría, pero que requieren cálculos muy engorrosos que solo el computador puede realizarlas.

Los programas usados son los de la biblioteca "ADDAD" del CIRAD-Montpellier (servicio de biometría).

### 3.5.3 La segmentación.

Es una metodología estadística multidimensional pero muy diferente en el principio del ACP o del AFC. El propósito es buscar relación entre una **variable cualitativa o cuantitativa** a explicar, y una serie de variables explicativas por un procedimiento paso a paso.

Sea X1 la primera variable del archivo que tiene 3 modalidades, se separa la población en dos partes : una sub-población de los individuos teniendo la modalidad 1 de X1 y la segunda sub-población de los individuos teniendo las modalidades 2 o 3. Sobre cada sub-población se

construye el histograma de frecuencias de la variable a explicar y se define un criterio que indica la similaridad entre las dos distribuciones (*chi cuadrado* si Y es cualitativo, relación de correlación si Y es cuantitativo).

Este valor es alto si las dos distribuciones son muy diferente (por ejemplo, una mayoría de valores bajos para una y una mayoría de valores altos para la otra).

Se hace de nuevo esta operación pero separando las modalidades 1 y 2 contra 3 y otra vez separando 1 y 3 contra 2. Se conserva la separación que corresponde al valor más alto del criterio.

Se repite esta serie de operaciones sobre todas las variables del archivo y se selecciona al final la variable y su dicotomía (separación en dos sub-poblaciones) que da el valor más alto del criterio.

Por ejemplo, la variable "K-suelo" con una dicotomía en modalidades 1,2,3 contra 4,5 permite obtener las distribuciones más diferentes posibles de la variable "circunferencia del seudo-tallo".

Se hace de nuevo entonces la operación de forma separada sobre cada una de las sub-poblaciones, hasta que el valor sea demasiado bajo para separar sub-poblaciones.

Es una metodología bastante general en su principio pero que tiene la gran ventaja de dar elementos para una **jerarquización de los factores limitantes**, jerarquía que, conforme a la realidad, puede variar sobre las diferentes ramas (del árbol de distribución). Es, en efecto, perfectamente lógico que si el suelo es el primer factor limitante, el factor interviniendo en seguida no será el mismo sobre suelos ricos que sobre suelos pobres.

Ahí, todavía, la cualidad de los cálculos necesarios impone el recurso de medios informáticos eficientes.



#### IV. RESULTADOS.

En este capítulo aparece una "descripción global" de la situación en sus principales componentes y las primeras relaciones a partir de la estadística descriptiva, así :

- información de tipo agrícola.
- información de tipo agronómica.
- información fitosanitaria

Toda la información obtenida esta en los anexos .

##### 4.1 Características agrícolas :

Identifican el "estatus" del plátano en la agricultura de la zona.

##### 4.1.1 Distribución geográfica de la muestra (Anexo 6, Figura 8 y 9):

Se visitaron 165 fincas, incluyendo algunas de experimentación que se distribuyen así :

Departamento	N°	%	n° municipio
Caldas	76	46	17
Risaralda	41	25	9
Quindío	28	17	9
Valle	11	7	4
Tolima	9	5	2
Total	165	100	41

El número de muestras no esta relacionado con el área sino con la **variabilidad ecológica** (suelos y clima principalmente) muy amplia en Caldas y Risaralda.

En cuanto a la relación con los centros de producción y según los técnicos en mercadeo de los respectivos Comites de cafeteros, se identificó la siguiente situación:

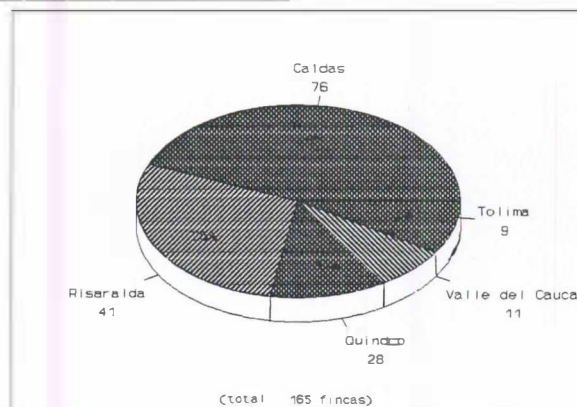


Figura 9

- **Caldas** tiene dos zonas; una central con los municipios de: Manizales, Palestina, Chinchiná y Neira y otra al occidente con: Riosucio, Anserma, Belalcázar y Risaralda.
- **Risaralda**, dos zonas: la central compuesta por: Marsella, Sta. Rosa de Cabal,

**Quindío** tiene la principal zona de producción conformada por los municipios siguientes: Montenegro, Circasia, Tebaida, Calarcá y Buenavista.

En el norte del **Valle del Cauca**, el centro de producción comprende Caicedonia, Sevilla y Alcalá.

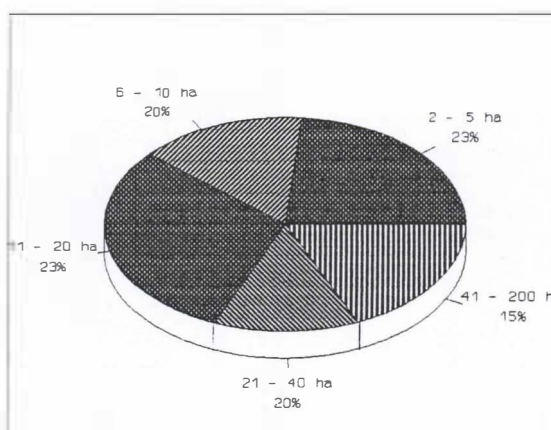
**Tolima**, sólo fueron tenidos en cuenta los municipios de Líbano y Fresno.

De acuerdo a las estimaciones más recientes (Comites Departamentales de Cafeteros), la distribución de áreas con plátano, es la siguiente :

Depto	Plátano/café (ha)	Monocultivo (ha)
Caldas	43500	300
Risaralda	39250	
Quindío	14000	2000
Valle Norte	9450	250
Tolima Norte	4200	

#### 4.1.2 Superficie de fincas (Figura 10) :

Es **muy variable** : se encontraron **fincas desde 0.5 hasta 200 ha.**, aunque predominan las menores de 10 ha.(41 %). la superficie promedio de las fincas cafeteras de la región es de 2,5 ha. Pero la necesidad de tener una buena población de plátano, para el muestreo (10 plantas a floración) implicó elegir fincas más grandes que el promedio.



#### 4.1.3 Importancia del café :

Figura 10

En comparación con la extensión de las fincas, la superficie en café representa **en promedio el 81 % de la finca**, con un promedio de 19.9 ha (desde 0.5 hasta 112 ha) o 106.400 árboles de café; las cifras demuestran claramente el papel prevalente del café en la agricultura de la región.

#### 4.1.4 Densidad del café asociado (Figura 11):

Este parámetro parece bastante interesante en el sentido que representa el **nivel de tecnología adoptado por el agricultor** en su finca :

- < 1000 árboles/ha: sistema propio de las llamadas zonas marginales.
- 1000 - 3000: sistema tradicional antiguo, con variedades de tipo "Típica" y "Borbón", con sombrío generalizado (guamo principalmente). Se

realiza la poda superior como manejo agronómico.

- 3000 - 5000: adopción de variedades de porte bajo como el 'Catura" con libre exposición al sol.
- 5000 - 7000: otro cambio, más reciente, por la 'Variedad Colombia" (resistente a roya), sin sombrero, y buen nivel de tecnología.
- > 7000 misma variedad, máxima tecnificación: implica suelos muy buenos y bastante insumos.

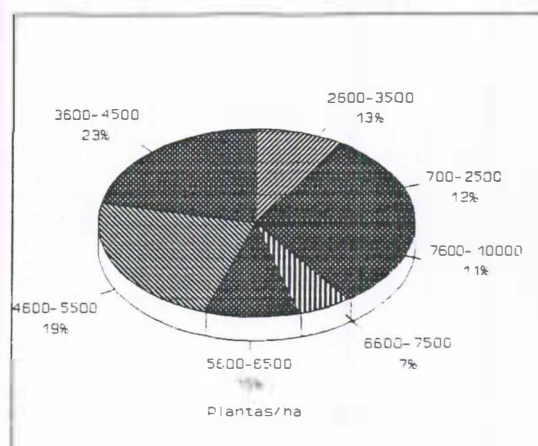


Figura 11

El promedio general encontrado es del orden de 4000 árboles por hectárea, una amplia gama de situaciones se encontró, desde menos de 1000 hasta unas 10.000 por Ha. Hay una relación inversa entre la población de café y la de plátano asociado; en lotes con más de 7000 pl/ha, el plátano tiende a desaparecer (por la competencia del café); las mayores poblaciones en barreras están en la caficultura de mediana tecnificación : 3000-5000 pl/ha, y en las tradicionales.

#### 4.1.5 Importancia del plátano (Figura 12)

Se ha tomado en cuenta el número de sitios (que suelen tener varios pseudo-tallos productivos), en la finca, pues fue muy difícil tener datos sobre superficie. El promedio fue de 4.440 sitios, pero con un a gran amplitud de casos, desde 100 hasta más de 100.000, así: 40% menos de 1000, 41 % entre 1000 y 5000 y 19 % más de 5000. La mayoría representan pequeñas fincas con plátano, con menos de 1000 sitios; con excepción de algunos lotes en barreras, no se encontraron dos lotes con poblaciones iguales.

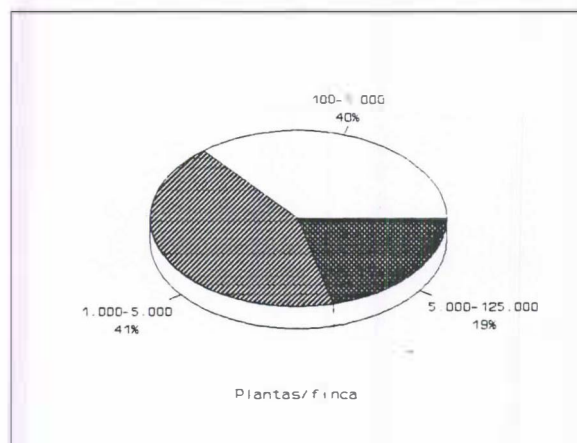


Figura 12

En relación con el cultivo de otras musáceas (Figura 13), se encontró en las fincas: bananos, guineo, bocadillo y cultivares de plátano: en promedio los verdaderos plátanos son el 94 %, banano (cv Gros michel) 4.4 % y Guineo 1 %. Regionalmente hay hechos destacables: banano es importante en el norte del Valle: 12 %, en Caldas y Risaralda: 5 %, y guineo en Caldas.

A nivel regional, de acuerdo a las cifras y a la actitud manifestada por los agricultores visitados, el plátano en la finca es un "cultivo secundario" y el café es el cultivo "principal" al que dedican la mayor atención y recursos (humanos, técnicos y económicos); en esos términos, los agricultores **actúan como cafeteros y no como "plataneros"**. Una situación excepcional se presenta en algunos municipios del Quindío y Valle del Cauca: Montenegro, Calarcá, Sevilla y Caicedonia donde se da más importancia a la producción de plátanos que al café, por circunstancias especiales de mercadeo.

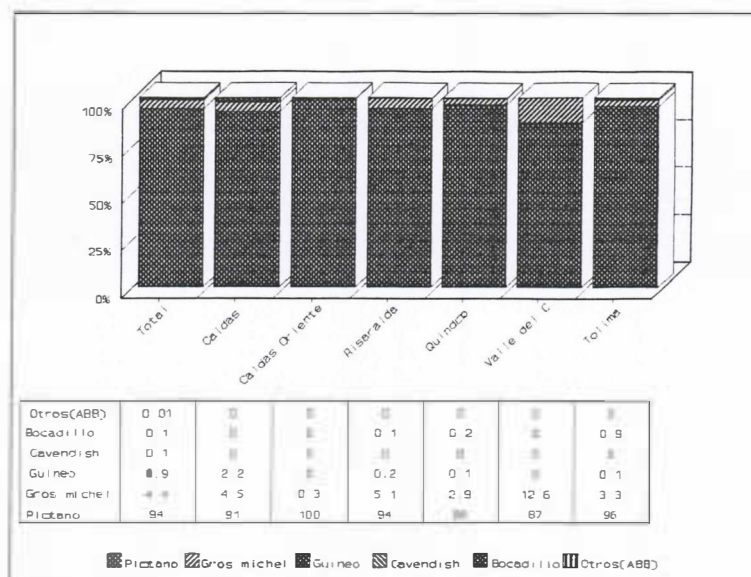


Figura 13

#### 4.1.6 Sistemas de producción (Figura 14)

Tres sistemas de producción se identificaron así :

- 1 - Asociado a café: **81%**
  - a. subsistema en **barrera**: 39%
  - b. " **mateado**: 42%
- 2 - Asociado con otros: 4%
- 3 - **Puro** (independiente) (foto 12) : 15%

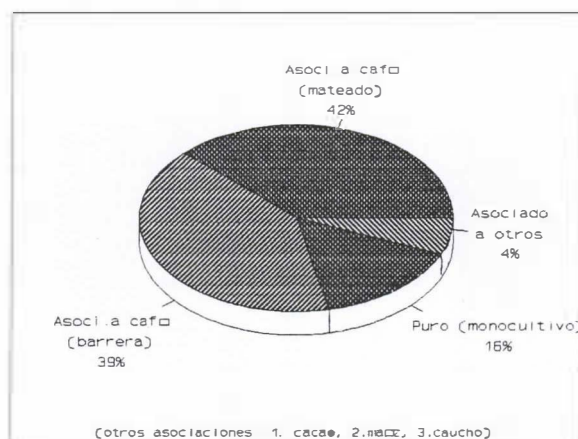


Figura 14

Las cifras indican que la producción está **mayormente "asociada al café"**, y es insignificante con otros cultivos; por su parte los cultivos independientes son la menor proporción, aunque la cifra (15%) es un poco alta respecto a la realidad por la inclusión de lotes experimentales; es importante detallar un poco las características de los subsistemas :

##### a. Subsistema "barrera" (foto 13) :

Consiste en siembra con distribución regular en "surcos" o "fajas" a través de la pendiente, la separación entre barreras varia bastante desde 10 m. hasta más de 100 metros: lo más frecuente son distancias entre 20 - 25 m.; por otro lado la distancia entre el "surco" y la primera hilera de café es de 88 cm en promedio Este sistema se encuentra asociado a la caficultura de mayor tecnificación y a los centros de producción.





FOTO 11 - Muestreo foliar



FOTO 12. - El monocultivo del plátano.



#### b. Subsistema "mateado" (foto 14) :

Consiste en la presencia de "sitios", generalmente con varios pseudo-tallos, dispersos sin ordenamiento; está asociado a la caficultura tradicional y marginal, y representa no sólo la mayor fracción, sino el mas "típico" sistema de producción de plátanos en la región.

### 4.2 Economía, socioeconomía.

Sin haber podido orientar la encuesta sobre el tema de la economía, alguna información se obtuvo, por ejemplo: la opinión de los agricultores sobre las motivaciones para producir plátano, cómo es la producción de la finca en términos de mercadeo y cual tipo de problema se encuentra.

#### 4.2.1 Motivación del agricultor (Figura 15):

Muy pocos agricultores manifestaron no estar interesados en el plátano, tanto por su valor como alimento en la finca, como por ser un ingreso complementario inmediato; esto contrasta con la poca importancia que le dan como verdadero cultivo.

Se sabe que hay un alto consumo de plátano en el país (80 kg/per cápita/año) y que la zona cafetera provee alrededor del 60 % de la demanda; en la encuesta se encontró que la mayoría produce plátano con doble fin: autoconsumo y venta.

Las cifras significan no solo un **alto nivel de consumo** ( $> 100\text{kg/per cápita/año}$  en zonas rurales), especialmente en las fincas (incluyendo alimentación animal), sino que es **un componente importante del ingreso en la finca**, especialmente en épocas en que no se recolecta café (6 meses) o en la alimentación de los obreros en la época de recolección.

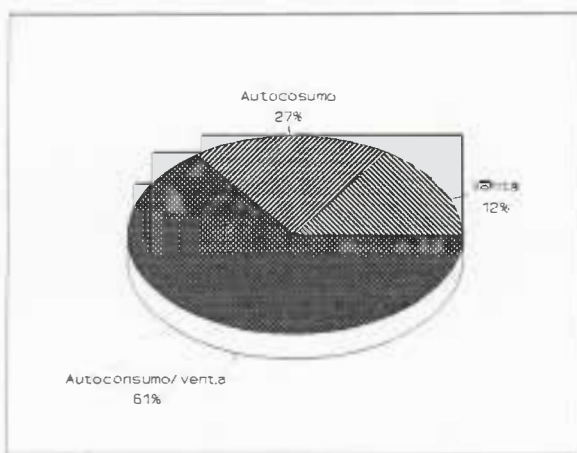


Figura 15

#### 4.2.2 Forma de venta :

La venta por peso, forma más comercial con esfuerzos de presentación, empaque, limpieza, etc..., destinado a mercado especializado es muy escaso: 11 % (sobre estimación por el tipo de muestreo, se habla a nivel regional de 4 %).

La gran mayoría, entonces, **vende su producción por racimos**, y muchas veces por la capacidad de carga del vehículo de transporte del intermediario o mayorista; generalmente la producción se divide casi arbitrariamente en dos: los racimos de buen tamaño y los pequeños con los que se define el precio.

Esta información es muy interesante, pues, con esta forma de mercadeo, además de desventajosa para el productor, **no se justifica lograr unos kilos más** en el peso de los racimos ni existe motivación para producir calidad; lo que finalmente está en contraposición con la investigación; se hacen esfuerzos para cambiar esta situación mejorando el mercadeo a través de cooperativas.



FOTO 13 - La asociación a café-plátano en "barrera"



FOTO 14 - La asociación a café-plátano en "mateado"

### 4.2.3 Nivel de venta :

La gran mayoría de los agricultores (65.7 %) **vende su producción en la finca misma**, solo un 30 % se desplaza para venderla al mercado popular (galería) del pueblo o de la ciudad cercana; en la mayoría de los casos, es el **intermediario o mayorista** que va a comprar la producción en la finca: 57.7 % en promedio.

### 4.2.4 Problemas del cultivo (Figura 16)

En respuestas de los agricultores a la pregunta, por su naturaleza, dos grupos se conformaron de acuerdo a la opinión de los agricultores:

#### a. de tipo agronómico :

Arranque, picudo (pasador), sigatoka, en orden de importancia.

#### b. de tipo no agronómico :

Viento, robo y comercialización, en su orden.

Se destaca que una importante fracción; 26 % estimaron que **no hay ningún problema grave en el cultivo** y que están satisfechos con la situación actual.

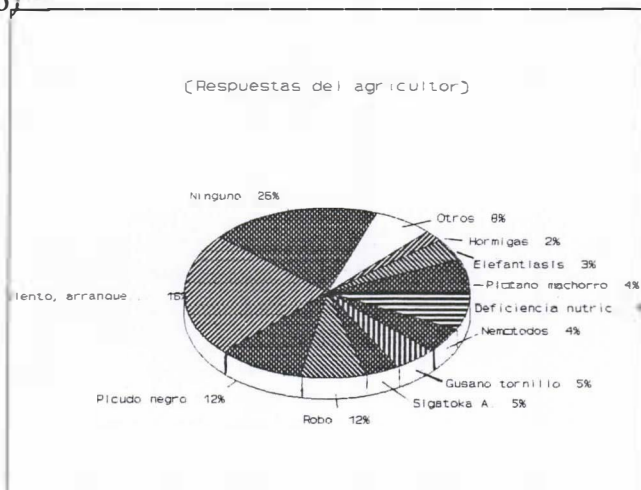


Figura 14

## 4.3 Ecología.

### 4.3.1 Altitud (Figura 17) :

Se tomaron muestras en un amplio rango : 560 a 1820 msnm, aunque se encontró plátano hasta los 2000 msnm; la mayoría (70%) se localiza entre los 1200 y 1600 msnm donde se concentra el cultivo del café, mientras 12% se tomaron encima de 1600 msnm en la zona central. La primera consecuencia es que el plátano se produce **en muy diferentes condiciones de clima**, ya que la variación de altitud representa grandes cambios en temperatura y luminosidad y finalmente en la conducta de la planta.

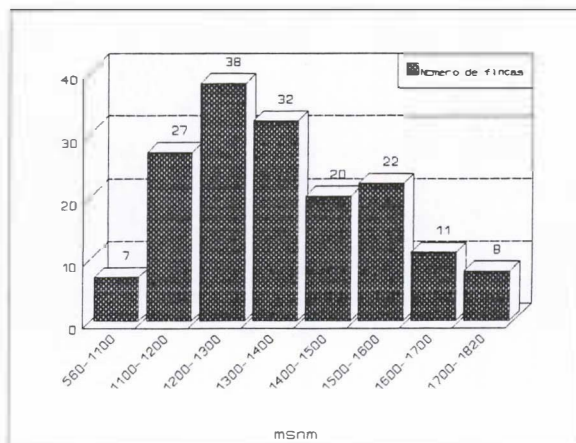


Figura 17

La mayor altitud no parece afectar mucho el desarrollo productivo: en la zona baja (< 1000 msnm) las plantaciones son menos vigorosas y productivas, por los problemas con suelos más pesados; a más altitud aunque las



condiciones de clima son menos favorables, el suelo es excelente encontrándose plantas muy vigorosas y productivas a 1700 - 1800 msnm.

#### 4.3.2 Precipitación :

Parámetro climático no ligado con la altitud; se sabe que la franja 1300-1500 msnm es más lluviosa: más de 2000 mm.

A través de la importante red de puestos meteorológicos que maneja el servicio de agroclimatología de Cenicafé se pudo determinar con bastante precisión y para cada uno de los 165 sitios, la precipitación promedio anual histórica, la precipitación del año y de tres meses anteriores a la fecha de encuesta: los datos son los siguientes:

	Promedio	Míni	Máxi
Promedio anual	2282	1380	4900
1 año antes	2134	1283	4270
3 meses antes	463	140	960

Como se ha visto anteriormente, la variación de precipitación según los sitios es bastante amplia: la zona sur, más baja, en la cuenca del río Cauca es más seca (promedio de 1500 mm); la zona noreste, más baja también, en la cuenca del río Magdalena es la más lluviosa (> 4000 mm), mientras que toda la zona central está entre 2000 y 2500 mm anuales. Esta **precipitación está bien repartida todo el año** por lo cual los períodos de deficit o exceso hídrico son pequeños.

#### 4.3.3 Vientos (Figura 18) :

Es conocida la susceptibilidad del plátano al efecto del viento, lo cual en éste caso se aumenta por la pendiente: según la información obtenida, una alta proporción: 57 % no ocurren daños o son muy ocasionales, y sólo en un 4 % son frecuentes y causan graves daños. Se explica lo anterior por las características del viento en la región: **baja intensidad** o atenuados por las condiciones del relieve; en la región del Quindío y norte del Valle hay daños más severos y frecuentes, aunque generalmente muy localizados.

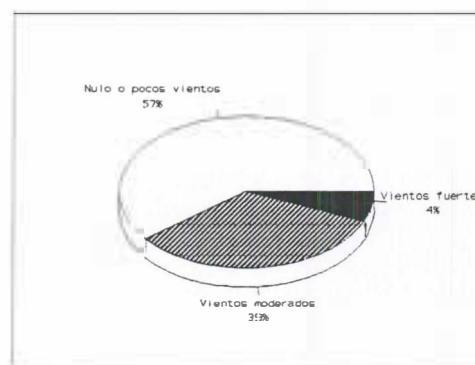


Figura 18



#### 4.3.4 Topografía (Figura 19) :

Como la zona estudiada se ubica en las vertientes andinas, **predominan relieves accidentados y pendientes fuertes**, aunque con diferencias a nivel regional; en el Quindío y norte del Valle dominan relieves ondulados y pendientes cortas menores de 20%, mientras al oriente de Caldas y Tolima son comunes valores superiores al 100%; el rango promedio encontrado fue: 40-45 % , pero en el 65 % de la muestra la pendiente es superior a 100 % ( $45^\circ$ ), lo que indica que el plátano se desarrolla en condiciones especiales que acentúa la influencia de ciertos aspectos ecofisiológicos.

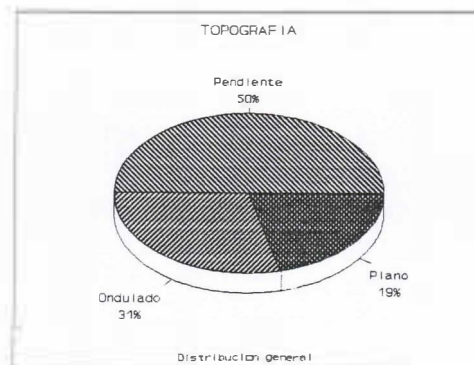


Figura 19

#### 4.3.5 Orientación :

Tomando en consideración el nivel bastante alto de pendiente de la zona, se tomó la orientación de esas pendientes, para analizar una eventual influencia sobre el crecimiento del cultivo o su variación: parece que el sentido Norte o Sur es de menos frecuencia: la orientación norte-sur de las cordilleras puede explicar esta menor situación.

#### 4.3.6 Suelos (Figura 20) :

(Ver párrafo anterior) Por su geología, en la zona **predominan los suelos de origen volcánico** (cenizas recientes) de diferente grado de evolución, pocos de origen diferente, distribuidos así:

- ceniza volcánica: 65%
- rocas metamórficas: 26%
- sedimentarios: 9%

En términos amplios, los originados de cenizas volcánicas clasificados como "Typic dystrandept", tienen las siguientes características : baja fertilidad, excelentes condiciones físicas, susceptibles a erosión, ricos en materia orgánica y son aptos para muchos cultivos muy especialmente plátano y banano; los de origen sedimentario o metamórfico : "Typic eutropept", "typic dystropept", son pobres en M.O, con buena fertilidad pero con limitaciones por condiciones físicas para el plátano y otros cultivos. La lista de las unidades de suelo encontradas está en anexo ...

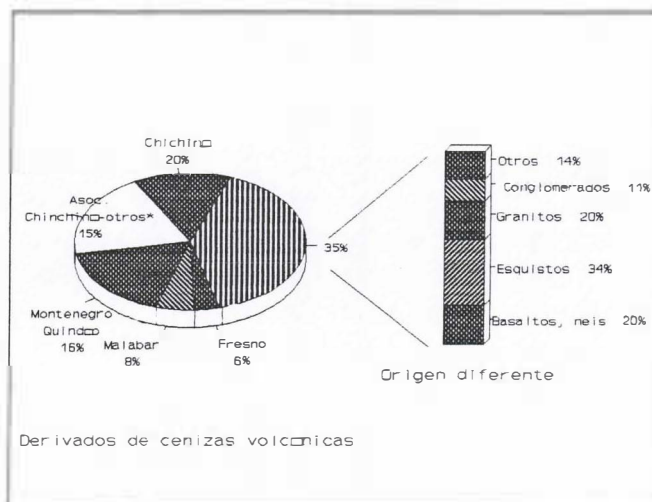


Figura 20

#### 4.4 Variables a explicar.

Los parámetros medidos que se puede asociar al **potencial de producción**, fueron: **altura del seudotallo, circunferencia a 1 metro y número de manos y dedos**, medidos a la floración (manos recientemente descubiertas).

La variación de esos parámetros se debe explicar con los otros parámetros (explicativos) y sus interacciones.

Al buscar la variabilidad más amplia posible en la elección de los sitios (suelo, clima, manejo, etc...), se asignó una buena variabilidad en los parámetros a explicar, clave del éxito de esta metodología; también se tuvo presente la influencia de la variedad sobre esos parámetros.

##### 4.4.1 Variedades :

**Cuatro variedades** (cultivares) se encontraron en la zona encuestada (Figura 21): **Dominico** (D), pertenece al tipo "french" : con bellota gruesa, alto número de dedos (alrededor de 100) y buen número de mano (alrededor de 8); **Dominico-hartón** (DH) (foto 15), **Dominico-hartón enano** (**hondureño**, DHE) y **Hartón** (H), los tres pertenecen al tipo "falso cuerno" : pequeña bellota al florecer que se degenera y seca antes de la cosecha, menor número de dedos y manos, pero estos son más gruesos.

Es evidente la preponderancia del cultivar "Dominico-hartón" por su mejor aceptación gustativa y un valor comercial, mientras que los tipos "Dominico-hartón enano" y "Hartón" son poco cultivados, este último, por no comportarse bien en climas medios. Dentro del conjunto de variedades prevalecen el "Dominico" y "Dominico hartón" que constituyen el 82%: ambos se comportan muy bien en la zona, no se diferencian antes de florecer y se encuentran frecuentemente mezclados en la finca o en las mismas parcelas. Regionalmente hay interesantes variaciones en la distribución : en Tolima y oriente de Caldas es predominante el "Hartón", el "Dominico" en Risaralda y occidente de Caldas, y el "Dominico-hartón" en Quindío y norte del Valle.

Se observó una cierta especialización ecológica (Figura 22); "Hartón" no se cultiva por encima de 1600 msnm, "Dominico-hartón" hasta 1700 y "Dominico" hasta 2000 msnm (1820 msnm, como máximo en el muestreo).

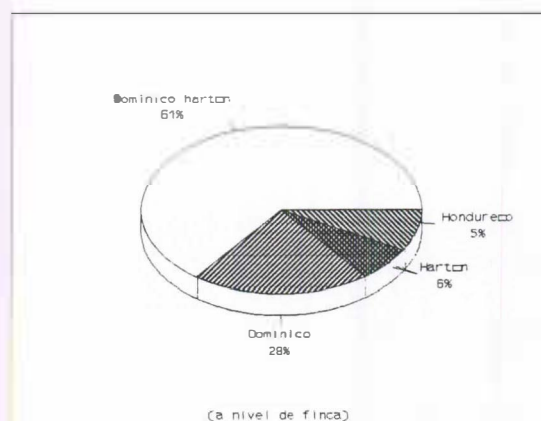


Figura 21

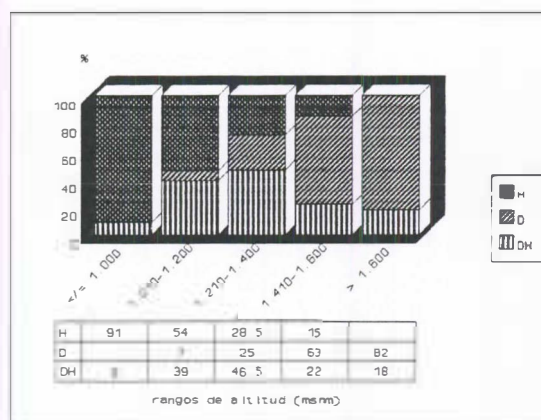


Figura 22

Distribución por altitud :	Mini	Maxi
- Dominico-hartón :	650	1700 msnm
- Dominico :	1150	1820 "
- Hartón :	580	1600 "

#### 4.4.2 Circunferencia del seudotallo :

Se considera un factor asociado al potencial vegetativo en relación directa con el potencial de producción; las cifras encontradas por variedad fueron las siguientes :

(cm)	D H	D	H	DHe
Míni	29	32	18	33
Máxi	92	89	71	69
Promedio	61	59	51	51

Se observa que D y DH presentan seudotallos más gruesos; además, una amplia variación en todas, como expresión de las condiciones pedoclimáticas y de manejo.

#### 4.4.3 Altura :

Es también un factor genético afectado por las condiciones del medio; las plantas más altas se encuentran en los suelos mejores ó al contrario; las cifras promedio encontradas fueron :

(m)	DH	D	H	DHe
Míni	2,00	2,00	1,30	1,87
Máxi	5,94	5,10	4,20	3,50
Promedio	3,90	3,73	3,22	2,52

Se destaca también la gran variación en las variedades DHE y DH entre dos y seis metros.

#### 4.4.4 Número de manos :

Es un factor asociado a la variedad; las cifras encontradas fueron :

	DH	D	H	DHe
Míni	3	5	3	3
Máxi	10	11	8	9
Promedio	6,7	7,9	4,8	6,2

Se destaca la gran variabilidad, a excepción de la variedad "Hartón" y un poco menos "Dominico".

#### 4.4.5 Número de dedos :

También es un factor asociado a la variedad, y al parecer muy influido por aspectos ecofisiológicos como lo indica la enorme variación registrada en todas las variedades; la situación encontrada fue la siguiente :

	DH	D	H	DHe
Míni	6	11	5	17
Máxi	116	196	45	63
Promedio	45,8	94,7	20,4	41,1

#### 4.5 Características agronómicas.

##### 4.5.1 Antecedentes culturales (Figura 23):

Según lo encontrado el plátano se está cultivando en la zona en tierras que tuvieron **café**, caña o rastrojo; en su origen, el plátano se sembró como sombrío del café, o como fuente de alimento, pero, como se vera más adelante, la mayoría de los cultivos no son muy antiguos pues la resiembra es continua.

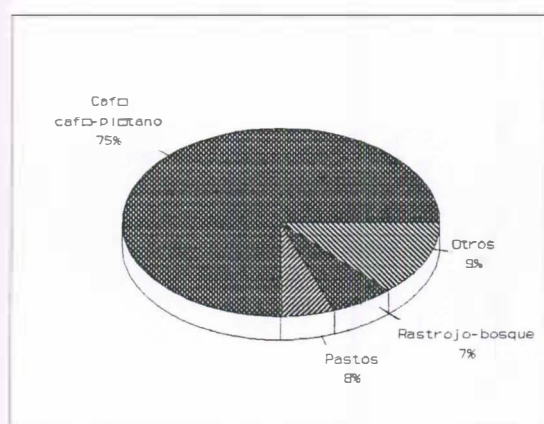


Figura 23

##### 4.5.2 Densidad (Figuras 24 y 25) :

Se determinó como "sitios/ha", entendiendo por sitio un "grupo de tallos": muchas veces por falta de manejo (deshije principalmente) el número de plantas (seudotallos) productivas aumenta bastante en relación con el primer ciclo. Según el sistema de cultivo, se encontró la siguiente situación:

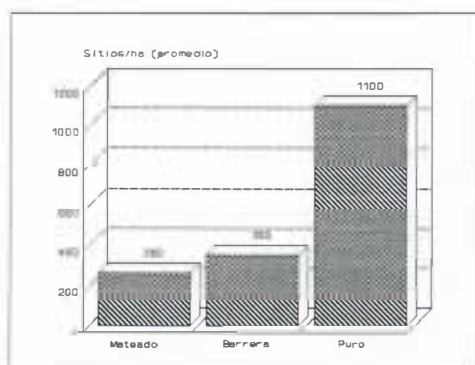


Figura 25

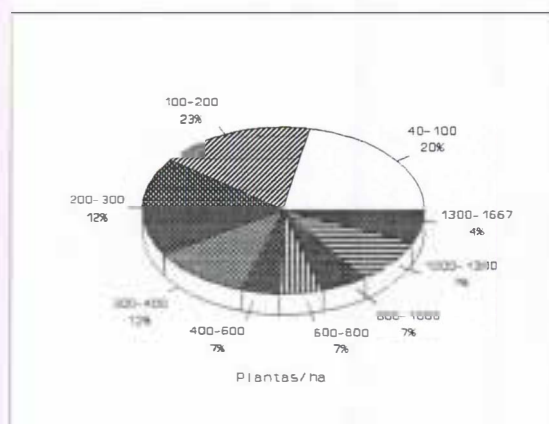


Figura 24



Tipo	Promedio	míni.	máxi.
Mateado	258 p/ha	40	830
Barreras	345	111	1250
Monocultivo	1100	208	1667

Se observa una **importante variación** entre los sistemas y a nivel de cada uno. La mayor variación corresponde al sistema "mateado" y la menor al puro; además se destacan situaciones a nivel regional: mayores densidades se encontraron en el Quindío, norte del Valle y las menores al oriente de Caldas.

Se evaluó también el número de "tallos por sitio", parámetro muy en relación con el nivel de deshije (manejo en general). Según la distribución (Figura 26), en la mayoría de los casos: 80% hay un número elevado e indeseable de tallos.

- uno o dos: 20 %
- tres o cuatro: 66 %
- más de cuatro: 14 %

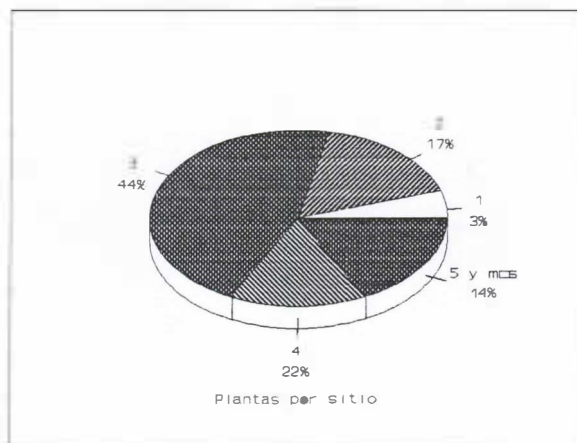


Figura 26

#### 4.5.3 Semilla.

Se obtuvo información sobre diferentes aspectos, así :

##### a. Origen (Figura 27):

Es predominantemente **de la misma finca** o de las vecinas: 69 % y apenas 21 % de otro municipio o departamento; esto indica que no hay un activo movimiento de semillas en la zona y explica la baja dispersión de algunos problemas fitosanitarios asociados.

##### b. Tipo :

Dos tipos se usan: **"aguja"** (cormo joven) y cepa (cormo viejo) de distinto tamaño; no se conoce el material producido artificialmente (en laboratorio), o por técnicas intermedias.

Predomina el uso de "agujas" de 1-1.2 m de altura que se ha recomendado tradicionalmente. Siempre se corta el seudotallo de la "aguja" a una mano (más o menos) encima del cormo.

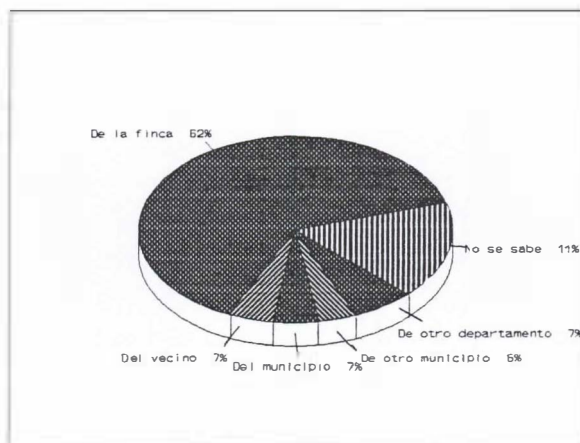


Figura 27

### c. Tratamiento (Figuras 28 y 29):

Es muy común la realización de algún tratamiento a la semilla: 84 % lo realizan; en muchos casos se combinan métodos culturales ("pelado") y químicos (un 30 % de los que tratan), pero lo común es el **"pelado tradicional"** que consiste en el corte de la corteza superficial del cormo de la aguja o de la cepa, eliminando raíces y parte del cambium.

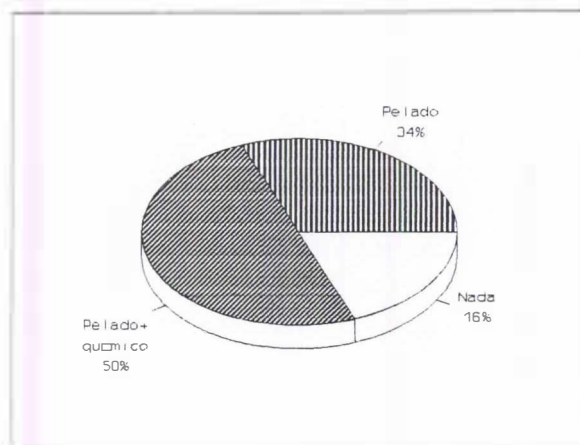


Figura 28

Los sistemas químicos consisten generalmente en inmersión en una mezcla de insecticida (Carbofurán, Malation) y fungicida (Mancozeb, formalina), después del pelado.

### d. Método de siembra:

La costumbre generalizada es hacer **hoyos a mano**; el tamaño del hueco varía bastante desde 0,08 hasta 0,5 m<sup>3</sup>, con un promedio de 0,1 dm<sup>2</sup>, (22 x 22 x 20 cm.); esta práctica es muy **fácil** realizarla en suelos tan sueltos como los de cenizas volcánicas que se hace manualmente con herramientas apropiadas.

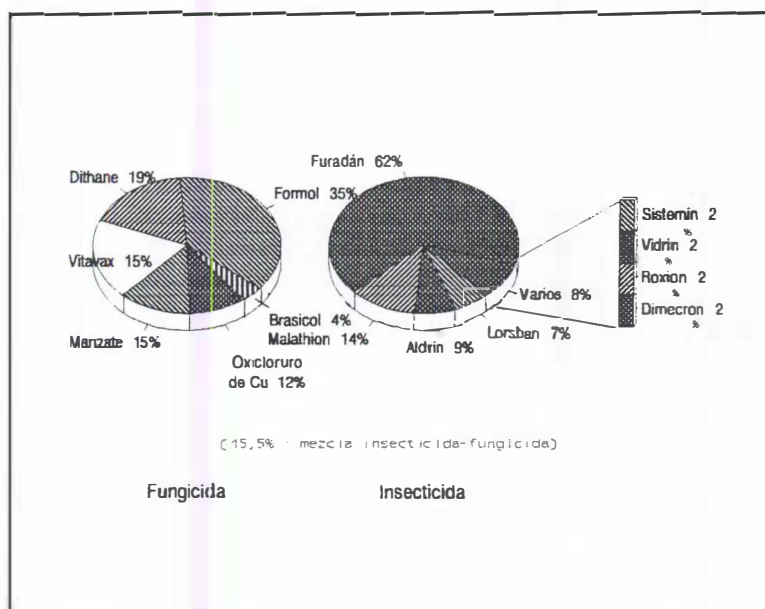


Figura 29

Se encontró que al sembrar se acostumbra la aplicación de materia orgánica (55 % de la muestra) pulpa de café o gallinaza (Figura 30) se rellena el hueco con tierra de superficie, rica en materia orgánica, después de haber puesto la m.o. en el fondo del hueco y al rededor de la semilla.

Solo se acostumbra una semilla por sitio, pero una nueva tecnología se está impulsando con 2 hasta 3 semillas por hueco, en un sistema de cultivo intensivo y transitorio (un solo ciclo); principalmente en el departamento del

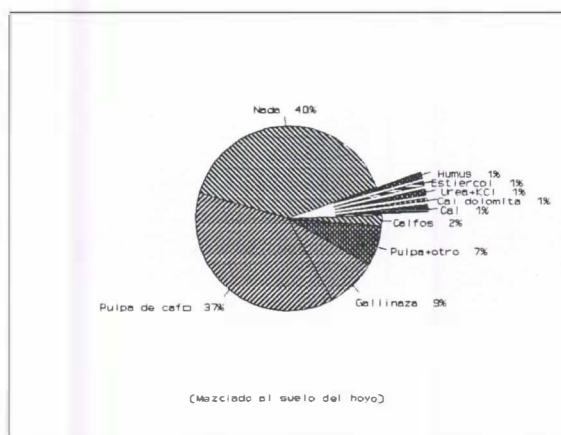


Figura 30

Quindío.

Se siembra en cualquier época, sin embargo, el arranque de la semilla, como otras prácticas se realiza considerando las fases lunares, creencia muy arraigada en la zona.

#### 4.5.4 Prácticas de manejo :

Individualmente se encontró lo siguiente :

##### a. Control de malezas (deshierba) (Figura 31):

Es una práctica muy **generalizada unida al manejo del café** y a su nivel de tecnología : en el subsistema "mateado" el control es **manual** (con machete/azadón), generalmente dos veces/año; en las modalidades "puro" o "barreras", se combinan sistemas manual y químico tres-cuatro veces al año; 11.5 % de los agricultores encuestados usan herbicidas, generalmente Glyphosate (en primer lugar) o Paraquat, algunas veces Oxyfluorfen o Fluazifop-P-Butyl.

En general se hace un buen control de las malezas pero más al café que al propio plátano. Hay dos modalidades de control de malezas: la deshierba general que consiste en un control de en toda la superficie libre, y el "**plateo**" que se refiere a la zona alrededor del cormo (o sitio) de aproximadamente 30 cm de radio quedando el suelo totalmente descubierto, con el propósito de la aplicación de fertilizantes; esta técnica deriva directamente del cultivo de café.

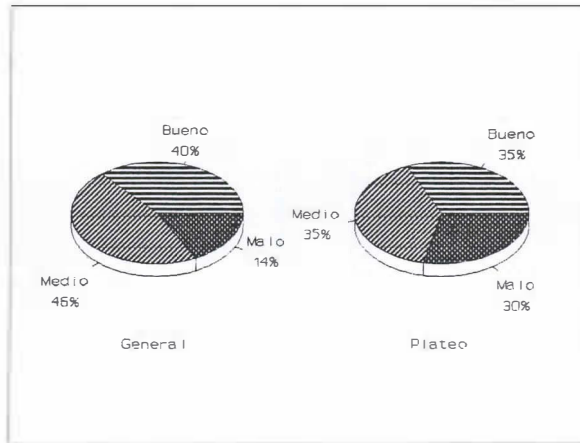


Figura 31

##### b. Deshije (Figura 32) :

Se sabe que es una de las prácticas claves de la producción y duración de los cultivos; se encontró la siguiente situación: 29% : dos veces/año, 18 %: tres y cuatro veces/año: 16 %, una y ninguna 21 %; lo más común son dos al año. Con excepción de los monocultivos, la práctica que se realiza es una **eliminación de tallos** y no una selección técnica con criterio de producción.

Las cifras parecen un poco exageradas en relación a lo realmente mostrado en el campo y reflejan la tendencia del agricultor de valorizar más su trabajo.

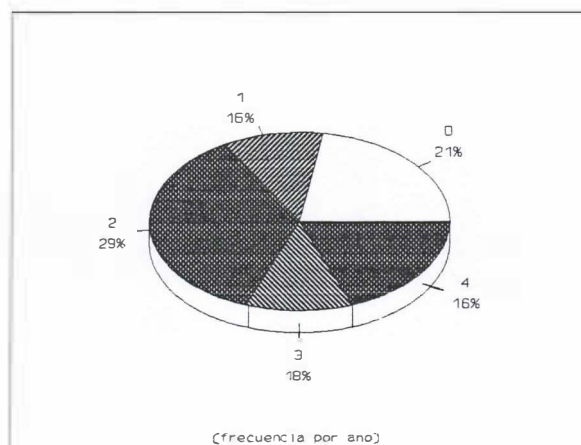


Figura 32

#### . Deshoje (Figura 33) :

Es la **práctica más generalizada** y de mayor frecuencia: 41 % se hace 2-3/año, 25 % : 4/año y 15 % ocasionalmente.

Fue difícil tener información sobre el nivel de esta práctica, pues si es muy común la **eliminación de las hojas (foto 16) secas y agobiadas**, de color amarillo-pardo, o casi totalmente necrosadas por la sigatoka amarilla, y también un deshoje "excesivo" al eliminar hojas funcionales con solo la parte superior necrosada. Es interesante anotar que para el efecto se usa una herramienta llamada "media luna" : lámina de hierro en forma de "S", afilada por los dos bordes e insertada a una caña de 2 hasta 4 metros de largo.

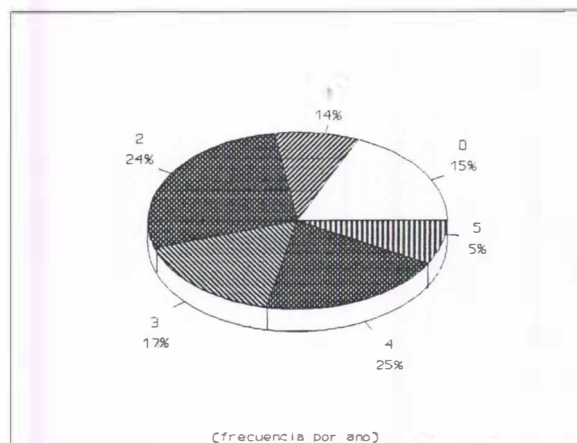


Figura 33

#### d. Destronque (Figura 34):

Es una **práctica común** en todos los sistemas: 84 % de la muestra: dos veces/año y 3-4 en cultivos puros; consiste en el **corte del seudotallo después de la cosecha**.

Existen dos modalidades: gradual, que consiste en un corte cada vez más bajo en varias etapas, y total: eliminación del seudotallo hasta una parte del cormo; predomina la última modalidad.

En el departamento del Quindío, es muy común después del destronque, la práctica de la "picada" que consiste en un repique fina del seudotallo en la calle, para facilitar la descomposición.

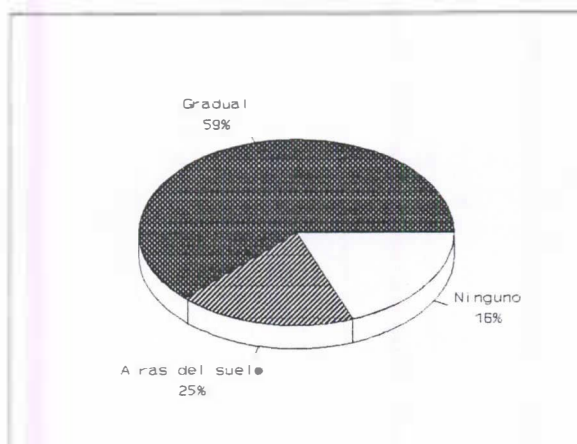


Figura 34

#### e. Aporque (Figura 35) :

Costumbre que consiste en **depositar suelo alrededor del seudotallo** y de los colinos, con el propósito, no comprobado, de mejorar el anclaje de las plantas, es desconocida en los cultivos en producción, y solo se realiza en el período de establecimiento; se encontró solo en un 12 % de la muestra.

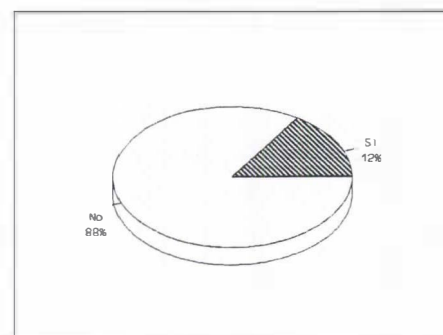


Figura 35



f. **Apuntalamiento** (Figura 36) :

Debido a la altura de las plantas y a las pendientes se requiere **apoyo** durante el llenado del racimo; sin embargo se encontró que solo un 21 %, lo realizan rutinariamente utilizando "guaduas" (especie de bambú) livianas. Tampoco es general en la finca y en los lotes más pendientes.

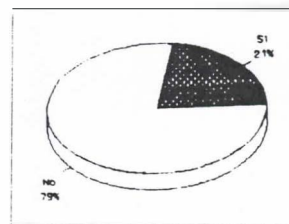


Figura 36

Hay que resaltar que, en los cultivos independientes dedicados a producción comercial, se encontró un buen nivel de manejo en términos de número y frecuencia de las prácticas, aceptable en el subsistema "barreras" y muy variable (bueno-nulo) en el subsistema "mateado", lo cual está estrechamente ligado a la producción. Se debe destacar que en la asociación con café, las prácticas no se realizan independientemente sino **en conjunto**, lo que se denomina regionalmente "**arreglo**".

#### 4.5.5 Fertilización :

Esta asociada al sistema de producción, así:

En los sistemas de asociación, **la fertilización al plátano es ocasional**, y prácticamente limitada al subsistema de "barreras", donde se aplica básicamente nitrógeno y potasio con las fuentes y cantidades recomendadas al café:

	N	p <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg O	CaO	Mat.Org.
Ausente	57%	79%	61%	79%	95%	90%
Poco	12%	5%	6%	9%	5%	10%
Abundante	31%	16%	33%	12%		

Como **la fertilización al café es muy común** y en muchos casos bastante intensa, se presume alguna influencia de esta fertilización que es del siguiente nivel:

	N	p <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg O	CaO	Mat.Org.
Ausente	2%	14%	5%	24%	99%	99%
Poco	6%	60%	12%	10%	1%	1%
Abundante	92%	26%	83%	66%		

En cultivos puros, está generalizada la aplicación, tres veces/año de las mezclas urea + cloruro de potasio o fórmula 17-6-18-2 + urea: o sea: nitrógeno y potasio son los elementos usados comúnmente.



FOTO 15 - La variedad "Dominica-Hartón" la más común.



FOTO 16 - La técnica del deshoje

#### 4.5.6 Control de plagas :

Las prácticas son mínimas u ocasionales : 12.7 % de los agricultores encuestados usan un insecticida más que todo para combatir el **picudo negro** (*Cosmopolites sordidus*), principalmente el **Carbofuran**; solamente un 3.6 % usan un fungicida para controlar la sigatoka amarilla.

En algunos cultivos puros (Quindío-Valle del Cauca) se hace control de picudo negro con **trampas**: consisten en : un pedazo de seudotallo o cormo partido transversalmente en forma de "sandwich" que sirve de atractivo para los adultos, se distribuyen dentro del cultivo (entre 10-15 trampas por hectáreas) y se reemplaza normalmente cada 10 o 20 días, eliminando los adultos capturados; ocasionalmente se pone insecticida en esas trampas.

No se hace control de nematodos; el uso de nematicidas es prácticamente desconocido en la zona.

#### 4.5.7 Edad de los cultivos :

Existe la creencia de que los cultivos de plátano en la zona son viejos, sin embargo las cifras obtenida no lo demuestran: el 55 % de la muestra (asociado en barreras y puros) tienen de tres a cinco años, y el "mateado" más de ocho habiendo muchos casos "indeterminados ". Es evidente que ha ocurrido una cierta **renovación** en los últimos años, consecuencia accidental del impulso a la tecnificación cafetera en donde se adopta frecuentemente el sistema de barreras.

Contrasta la anterior situación con la actitud predominante entre los encuestados de tener el plátano como **cultivo permanente**; no se hace renovación planeada pero si resiembra ocasional.

### 4.6 Estado sanitario.

#### 4.6.1 Parte aérea :

##### a. Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) (Figura 37 y 38)

Es endémica en la zona de encuesta y afecta por igual a todas las variedades; el índice "**hoja más joven manchada**" (hmjm), anotado sobre más de 1900 plantas, se encontró para la mayoría de las fincas entre 6 y 7, y para un 29 % por debajo de la hoja 5, sobre un promedio de 9-10 hojas vivas; el período de muestreo corresponde a un máximo de infección, pero la mayoría de las hojas manchadas no tienen más del 30 % afectado. Las mayores infecciones están asociadas a la mayor concentración de cultivo (¿presión de inóculo ?) y altitudes

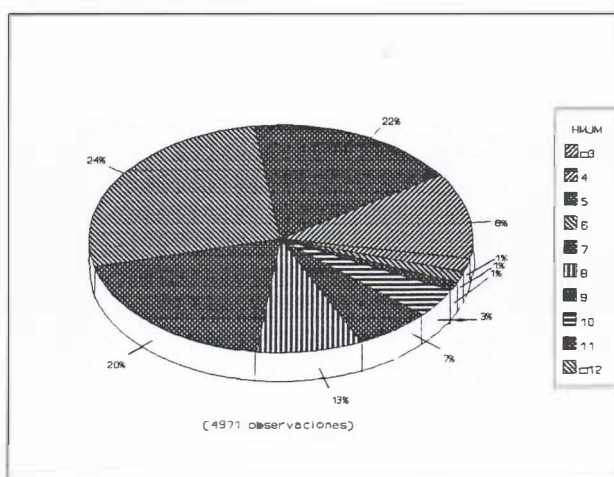


Figura 37



inferiores de 1200 msnm : se destacan Quindío y el norte del Valle; sin embargo en algunos lugares bastante altos con microclima especial (El Jazmín-Risaralda, 1600 msnm), se observaron ataques fuertes.

Una gran variabilidad se observó en el grado de ataque, inclusive a nivel de lotes en las fincas o entre fincas poco distantes, lo que implica un componente ecofisiológico.

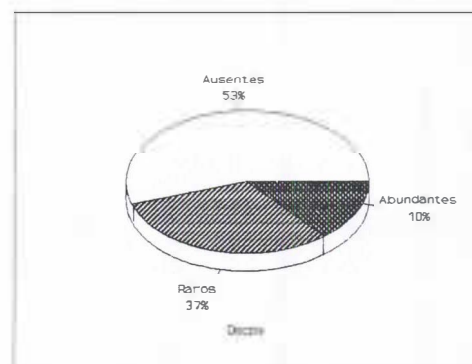
**b. Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) :**

Solo en tres fincas se encontró : dos en Victoria (Caldas, menos de 800 msnm) y una en Pueblo Rico (Risaralda, 1400 msnm), que son puntos "marginales" con relación al área encuestada; en todos los casos se observaron ataques severos, pero asociados a deficiente manejo agronómico.

**c. Plagas del follaje (Figura 39):**

Son de mínima importancia; en el 53 % de las muestras no se observaron daños y en el 37 % de mínima incidencia, sin especificidad geográfica. Al parecer son de carácter "estacional" y se sabe que funcionan los controladores naturales.

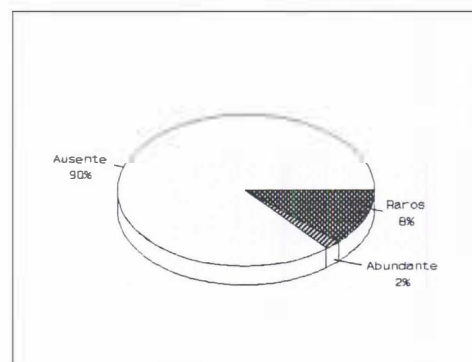
Se reconocieron las siguientes géneros de lepidópteros : *Sibine* y *Opsiphanes*, cuyas larvas se alimentan de las hojas.



**Figura 39**

**d. Bacteriosis (*Erwinia* sp.) (Figura 40) :**

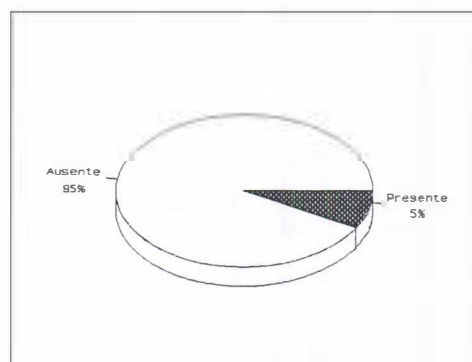
Conocida como pudrición acuosa, afecta el seudotallo y ocasiona un rápido degeneramiento de las plantas: hay antecedentes de graves daños en la zona aunque actualmente es rara ya que no se observaron casos en un 90 % de las visitas; a nivel regional, se encontró la mayor incidencia en los municipios : Fresno, Líbano y Victoria.



**Figura 40**

**e. Virosis (cmv) (Figura 41) :**

Es un problema casi que desconocido pues no se observaron plantas afectadas en el 95 % de las muestras : regionalmente se encontraron más casos en Risaralda.



**Figura 41**



#### 4.6.2 Cormo :

##### a. Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) (Figura 42 y 43):

Se conoce en la zona como "pasador"; es la plaga más grave del plátano en el mundo, sin embargo en la zona prospectada es afortunadamente un **problema de poca importancia** (nota promedio de infestación: 0.8): en el 62% de las muestras no se encontró daño, y solo en un 12 % con nivel importante; todas las variedades de plátano son susceptibles. Se encontró correlación entre el nivel de daño y la población e inversa con la altitud; así, más problemas hay en cultivos puros o asociados en altas poblaciones abajo de 1300-1400 msnm (Quindío, valle del Cauca). Como práctica de control esta muy generalizado el uso de trampas para adultos.

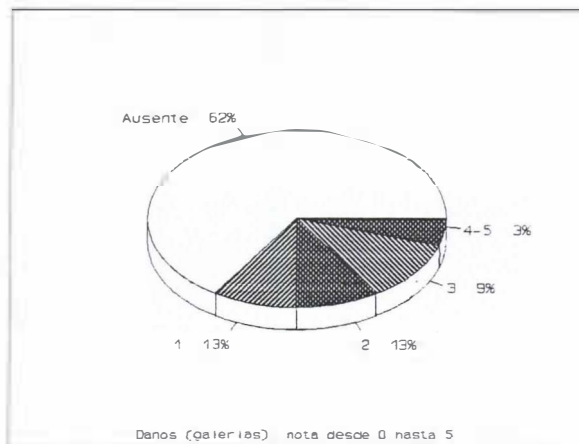


Figura 42

##### b. Gusano tornillo (*Castniomera humboldti*) (Figura 44):

Es una plaga muy destructiva, pues, la larva de éste lepidóptero destruye rápidamente el corazón del cormo y todo el meristema apical; se encontró que es una plaga de baja dispersión (**localizado**); se calificaron daños importantes en solo 5 % de las fincas en el oriente de Caldas y norte del Tolima.

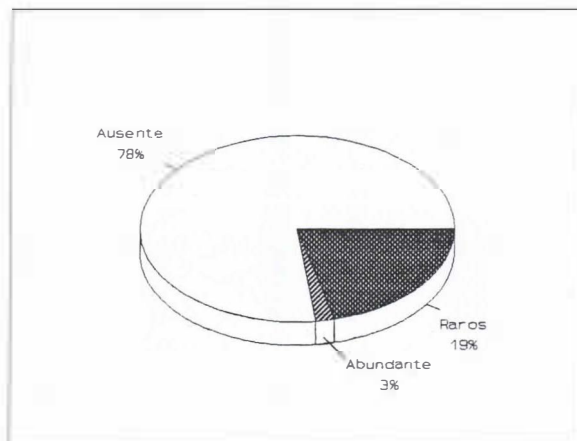


Figura 44

##### c. Elefantiasis (Figura 45) :

Aun se desconoce la etiología de este **disturbio aparentemente fisiológico** a nivel del cormo que causa la muerte de plantas; en general se encontró una **baja incidencia**: 77 % ausente, 19 % casos dispersos y 4 % considerables. El problema muestra cierta localización, ya que se encontró en los siguientes municipios: Chinchiná, Palestina, Manizales, Sta Rosa de Cabal, Pereira y Marsella, que conforman un área continua en el centro de la zona encuestada.

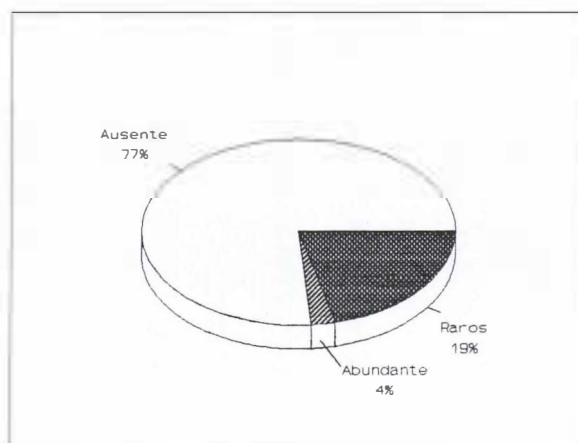


Figura 45

#### d. Necrosis del cormo (Figura 46):

Generalmente provienen del parasitismo por nematodos, insectos y hongos; la nota media indica un **mínimo** de daños, y lo confirma la distribución, donde un 75 % de las muestras resultaron totalmente sanas y solo un 2 % con daños graves, especialmente en el departamento del Valle del Cauca.

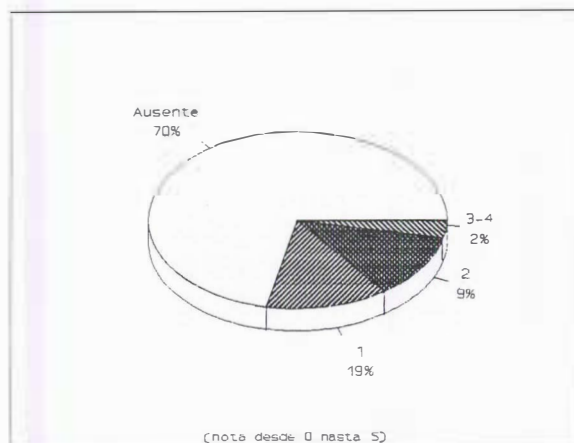


Figura 46

#### e. Necrosis del cormo de las agujas (Figura 47):

Según la distribución, se encontró un nivel mayor de daño que en los cormos madres: 73 % de las muestras con daño **mínimo** o ausente y 27 % con notas mayores de 2; regionalmente, los casos más severos se localizaron al oriente de Caldas, asociados con suelos pesados y alta precipitación.

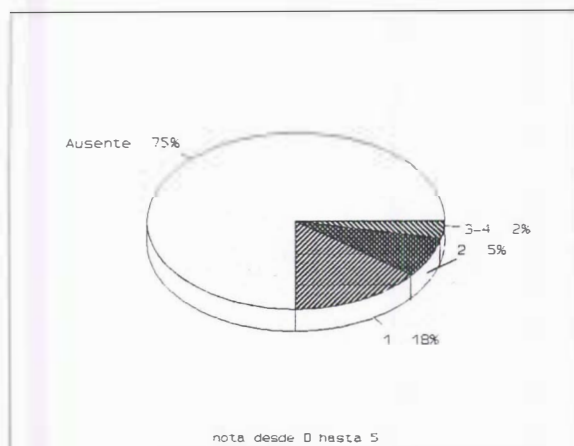


Figura 47

### 4.6.3 Raíces

#### a. Necrosis sobre raíces (Figura 48 y 49):

Este fenómeno es muy importante por su repercusión en la nutrición; en casi todas las muestras (95 %) se observó necrosis pero con una **distribución amplia** de formas e intensidad (nota en una escala desde 0-ausente hasta 5-muy severo). Predomina un **bajo nivel de necrosis** (notas menores de 3) en el 74 % de la muestra, y un 5 % con nivel alto en Caldas y el Valle del Cauca principalmente, asociada con los suelos más pesados o erosionados.

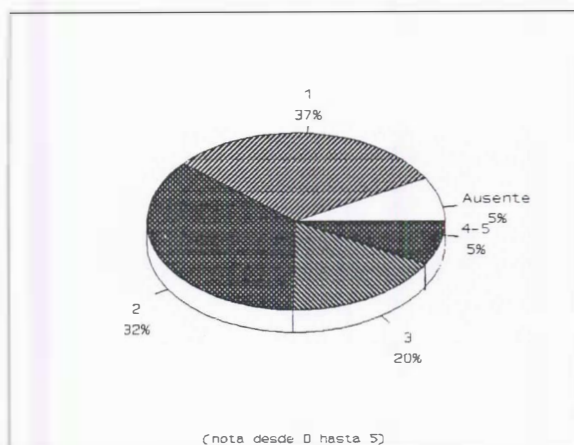
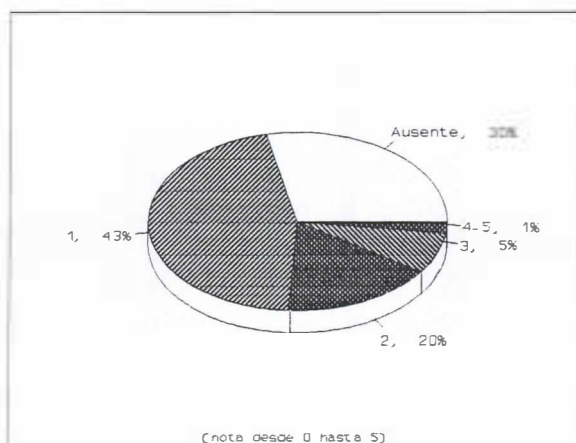


Figura 48

**b. Necrosis sobre raíces de agujas**  
(Figura 50)

Observación que podría explicar los hechos anteriores con la diferencia de tiempo en el desarrollo de las necrosis; como el caso anterior, la mayoría (73 %) de las muestras mostraron un **bajo nivel de necrosis** mientras solo 8 % presentan grave deterioro; estas últimas corresponden a fincas de los siguientes municipios: Supía, Aranzazu, Manizales, Palestina y todo el oriente de Caldas.

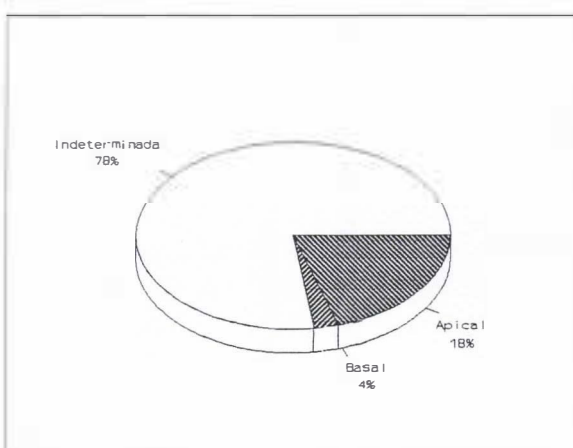


**Figura 50**

**c. Ubicación de las necrosis radicales**  
(Figura 51):

La ubicación de las necrosis permite inferir sobre su más probable origen: predomina la situación "**indeterminada**" (79%), el 18 % : apicales, y 3 % : basales; esta última cifra significa que no hay problemas en la zona de emisión de raíces y que las necrosis parecen provenir de los propios agentes del suelo y no de la semilla.

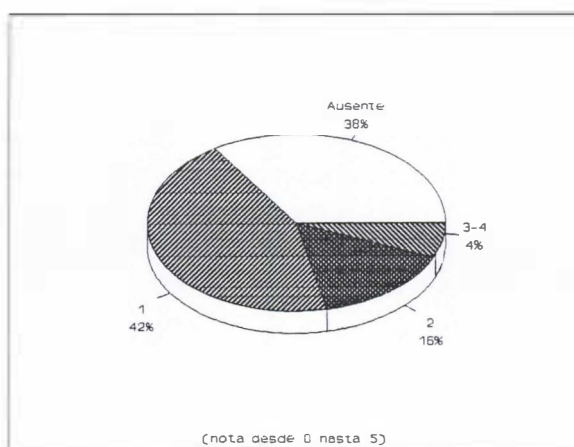
Por otro lado se observó consistentemente que las necrosis apicales estimulan la formación de raíces secundarias.



**Figura 51**

**d. Necrosis en el cilindro central**  
(Figura 52):

En su estructura anatómica, el cilindro central contiene los haces vasculares por lo que las necrosis alteran su funcionalidad : según la distribución, en el 38 % no se observó daño, en la mayoría: 58 % **mínimo** y en 4 % daños severos (municipios de Caldas y del Valle del Cauca). En general hay una predominancia de necrosis en la corteza de las raíces primarias: las más viejas; las raíces jóvenes generalmente están sanas.



**Figura 52**

#### e. Nodulación (Figura 53):

Generalmente atribuida a los nematodos del género "*Meloidogyne*" por lo que su nivel está asociado a la población; aunque se observó en un 65 % de las muestras, prevalece (3/4 partes) en **baja cantidad**. Se observó aquí también una proliferación de raíces secundarias muy sanas aparentemente, en la parte apical de esos nódulos.

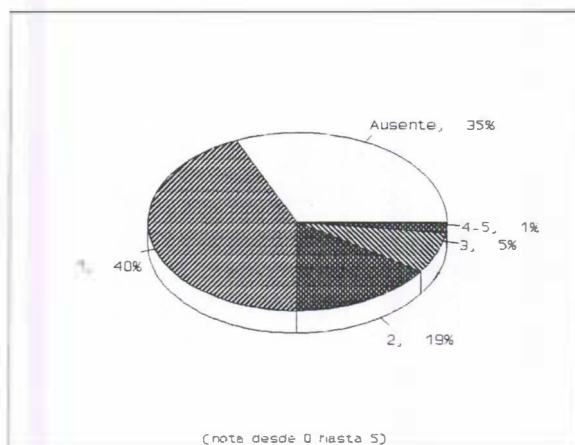


Figura 53

#### 4.6.4 Seudotallo.

Aparte del problema causado por la bacteriosis que afecta elseudotallo, solo se destacan daños causados por los adultos y las larvas de otro coleóptero - curculionidae denominado **picudo rayado** (*Metamasius hemipterus*) (Figura 54):

la hembra construye una pupa fibrosa bastante grande dentro de las calcetas de donde las larvas al salir van a nutrirse. El plátano es un huésped alterno, siendo reportado como plaga importante de la caña de azúcar.

No se observaron daños en el 78 % de las fincas; en Caldas se encontraron fincas con **algún problema** en zonas productoras de caña "panelera".

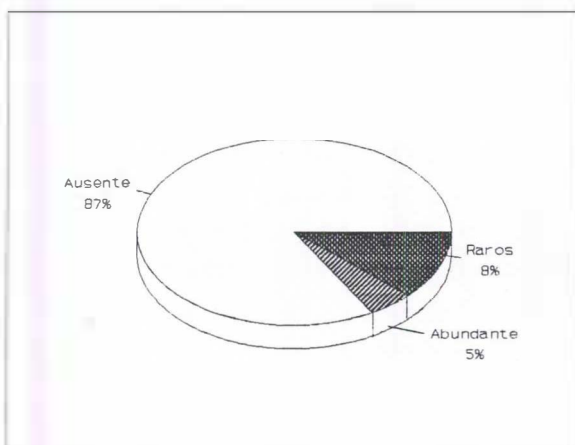


Figura 54

#### 4.6.5 Daños sobre racimos.

Sólo se destacan unos pocos daños sobre dedos en forma de necrosis apical ("punta de cigarro") o/y de manchas de carácter localizado y estacional (Figura 55): **no es problema** importante, ya que no se observó ningún signo en el 76 % de las fincas. De todas formas, la fruta que se produce en la zona es prácticamente libre de daños.

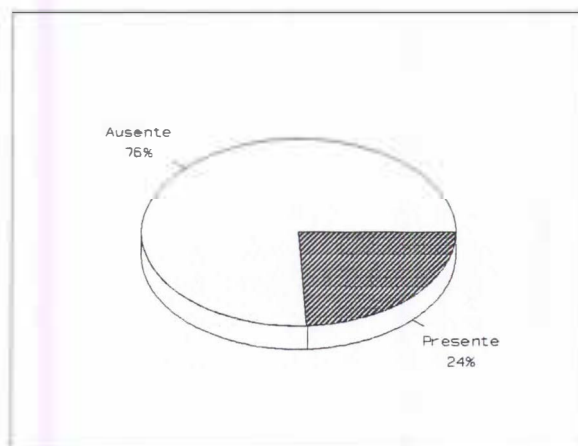


Figura 55



#### 4.6.6 Nematodos :

Constituyen uno de los problemas más comunes y graves del plátano en el mundo. La lista de especies asociados con raíces de musáceas cultivadas es cada vez más larga, pero consideramos que en la zona cuatro géneros pueden tener una real importancia económica que son : *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Radopholus*; los dos primeros son endoparásitos de amplia distribución y bajo poder patogénico, mientras *Pratylenchus* y especialmente *Radopholus* pueden causar graves daños (Figura 56). La siguiente situación se encontró a nivel de cada género.

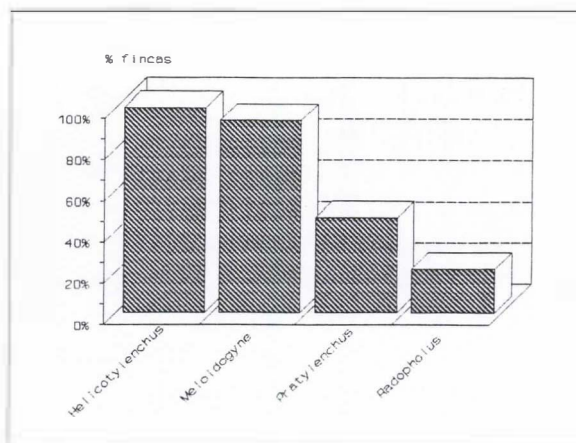


Figura 56

##### a. *Meloidogyne* (Figura 57 y 58):

Se trata de endoparásitos sedentarios; las larvas penetran en las raíces hasta el cilindro central a donde se inmovilizan. El tejido vegetal reacciona al ataque multiplicando células, lo que llega a la formación de agallas. No hay necrosis después de la penetración y la consecuencia para el desarrollo de la planta es mínima.

Se encontró **ampliamente distribuido**: 93 % de las muestras con **muy amplia variación poblacional**; la mayor frecuencia corresponde a menos de 1000/100 gr de raíces.

Especies presumidas : *M. incognita* y *M. javanica*.

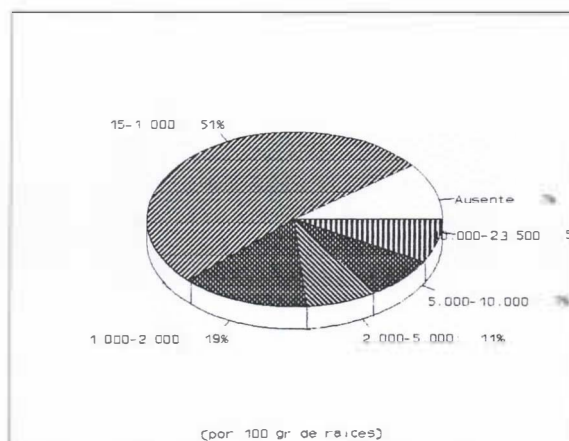


Figura 57

##### b. *Helicotylenchus* (Figura 59 y 60):

Son endoparásitos migratorios que se localizan en el parénquima cortical de las raíces y de las cepas; las ataques son entonces muy superficiales formando unas rayas pardo oscuro sobre la raíz, la evolución a estados necróticos es muy escasa.

Se encontró en el **99% de las muestras**, y también con **muy amplia variación en poblaciones**, el 60 % de las muestras tienen entre 1000-5000/100 gr raíces, el 27 % menos de 1000 y 13 % más de 5000.

Especies presumidas : *H. multicinctus* (y *H. dihystra* o *H. erithrynae*).

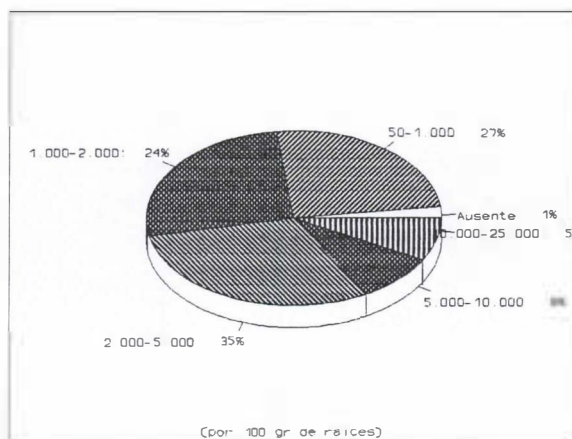


Figura 59

c. *Pratylenchus* (Figura 61 y 62):

Es un endoparásito migratorio profundo, que, en poblaciones altas, puede afectar gravemente el cultivo.

No está muy distribuido en la zona: se encontró en el 46 % de las muestras y en la mayoría con **bajas poblaciones** (menos de 5000/100gr raíces); solo 12 % sobrepasan este valor y corresponden a fincas ubicadas al oriente de Caldas : Pensilvania, Marquetalia, Victoria y en Palestina y Manizales.

Especie presumida : *P. coffeae*.

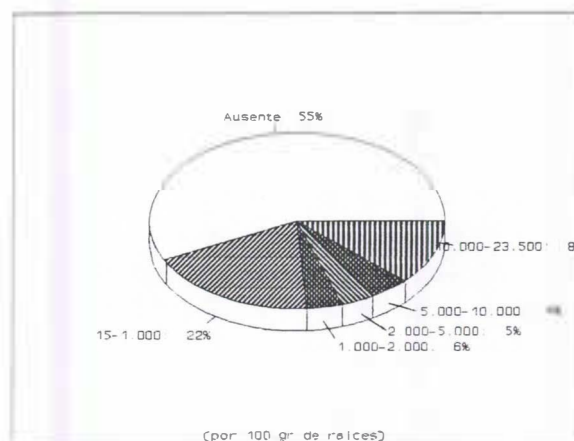


Figura 61

d. *Radopholus* (Figura 63 y 64):

Es el genero más peligroso: es un endoparásito migratorio que penetra muy profundamente en el parénquima cortical de la raíz o del cormo. Larvas como hembras adultos penetran. La evolución necrótica es común hasta fenómeno de coalescencia dañando varios centímetros de raíces en casos de grave ataque.

Es el más **localizado**, lo que indica una reciente introducción: no se encontró en el 79 % de las fincas y en las presentes, solo se observaron altas poblaciones en el 3 % de los casos; los que se ubicaron en fincas de: Palestina, Anserma, Neira, Manizales, Pensilvania, Marquetalia y Victoria en Caldas y Armenia, Montenegro y Pijao en el Quindío.

Especie presumida : *R. similis*.

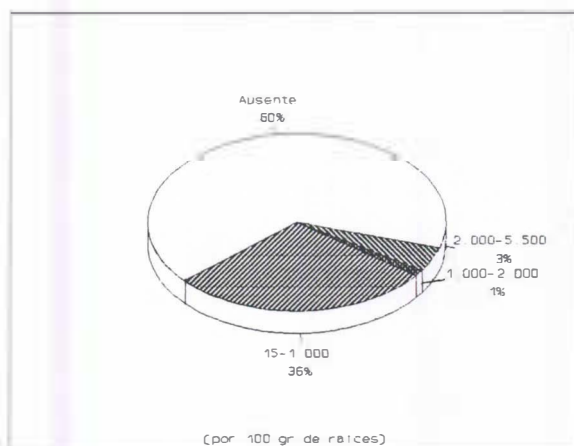


Figura 63

Según los niveles de población, las áreas de distribución, y los estudios anteriores, parece que los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus* son nativos, mientras *Radopholus* debía ser introducido hace poco en material vegetal infectada desde zonas bananeras.

De forma general, los niveles de población, además de muy variables (C.V. > 200), son muy bajos: menos de 1000 nematodos por 100 gramos de raíces (excepto *Helicotylenchus*); esto permite pensar que los nematodos actualmente no son un problema por el cultivo en la zona, sin embargo, **la presencia del genero *Radopholus* en la zona debería ser seguido con mucho cuidado.**

No se debe hacer comparaciones por la biología y el poder patógeno distinto de esos géneros.

#### 4.7 Otros problemas de cultivo.

Durante las visitas en las parcelas se anotaron otros problemas comunes en el cultivo, pero que no son de origen fitosanitario.

##### 4.7.1 Pérdidas de producción por caída del soporte (Figura 65) :

Generalmente asociado a la acción de los vientos o debilitamiento de las cepas: se encuentra dos formas de caída de plantas: uno por rompimiento delseudotallo a varios niveles llamando comúnmente "volcamiento", causado por el efecto del viento sobre plantas debilitadas por mala nutrición, falta de luz (altura de planta), falta de manejo o acción de algún patógeno; el otro tipo llamado "arranque" es la caída total de la planta con una parte del cormo con algunas raíces colinos adyacentes: aquí el viento es un agente secundario mientras el débil anclaje de la planta por un sistema radical en mal estado es la causa fundamental. Esas pérdidas **no parecen importante**.

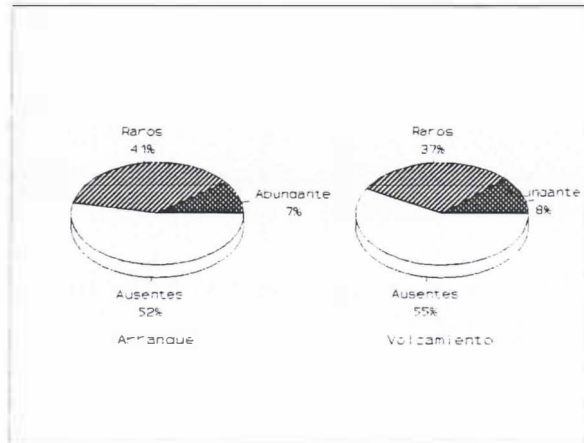


Figura 65

##### 4.7.2 Otras observaciones.

###### a. Descalcetamiento (Figura 66):

Corresponde a un desprendimiento irregular de las vainas foliares, que ocasiona debilitamiento del seudo tallo: se encontró en forma ocasional en un 35% de las muestras: no hay diferencia importantes entre variedades.

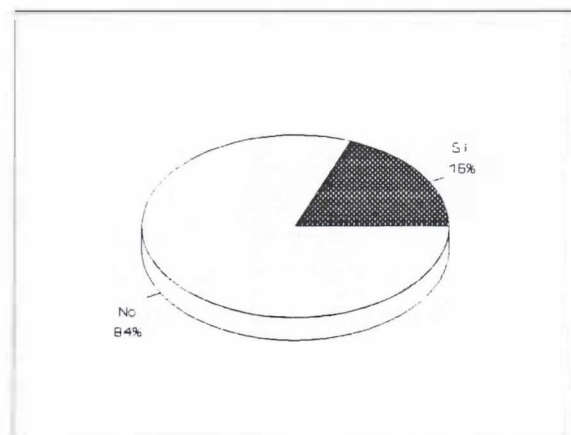


Figura 66

###### b. Embalconamiento (Figura 67) :

Consiste en la tendencia del tallo verdadero a emerger del suelo con pérdida de raíces primarias y finalmente del anclaje de la planta: en plátano es muy frecuente y se asocia con la edad y mal drenaje del suelo; en la encuesta se encontró que es de mínima importancia: 62% ausente o raro; regionalmente es más frecuente en Caldas y Quindío.

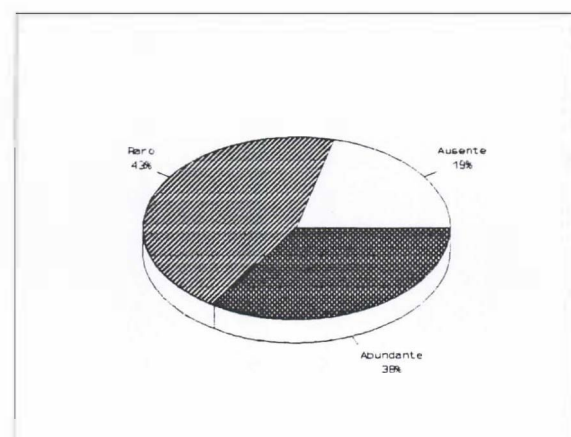


Figura 67

c. **Plátano machorro** (Figura 68):

Corresponde a un fenómeno de degeneración del meristema principal, que se manifiesta una **débil inflorescencia**, con un pobre desarrollo de flores femeninas (pocos dedos); se encontró en forma **ocasional**, en el 94% de las muestras. Parece estar asociado a deficiencias de microelementos (B y Zn): regionalmente se encontró con más frecuencia en el Quindío y mínimo en Risaralda y norte del Valle.

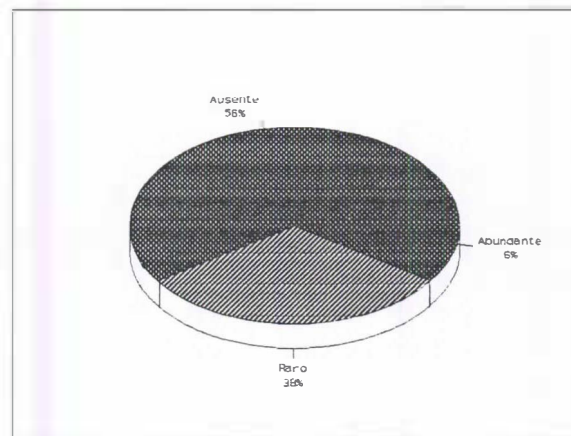


Figura 68

d. **Amarillamiento prematuro de dedos** (Figura 69) :

Disturbio que consiste en el amarillamiento de alguno de los dedos en desarrollo de la mano media; no se conoce su causa aunque se atribuye a la picadura de insectos o de aves; **no es un problema** importante pues no afecta la calidad del racimo.

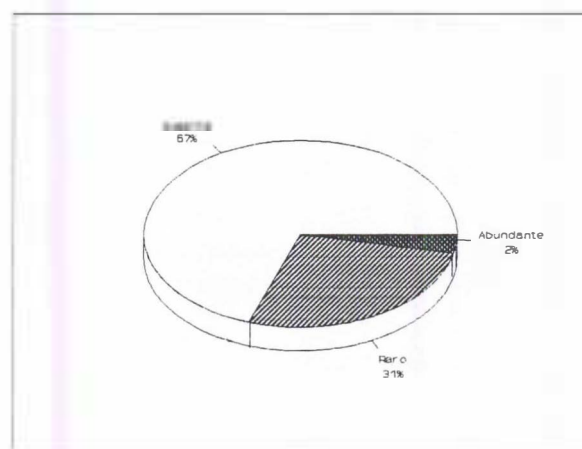


Figura 69

e. **Forma de roseta:**

Disturbio que implica detención del crecimiento por déficit crítico de agua: prácticamente **ausente en la región**.

f. **Deformación foliar** (Figura 70):

Expresa trastornos nutricionales o fisiológicos; varias "expresiones" se observaron en la zona, típicamente en las primeras cuatro hojas : el más común es el conocido como "cuello de garza", y después, necrosis y clorosis en partes del limbo y engrosamiento (acartonamiento o secamiento) de los bordes. La **frecuencia es muy variable**, pero se observan en más del 80 % de las fincas y en cualquier variedad.

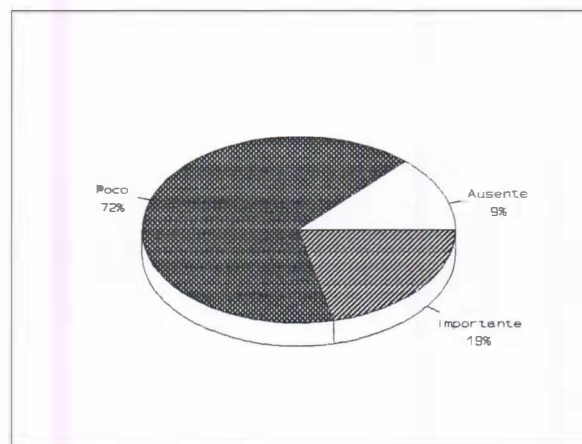


Figura 70



#### g. Deformación de la hoja nueva (bandera) (Figura 71) :

Es el típico síntoma llamado comúnmente "cuello de garza"; se expresa aparentemente como un disturbio fisiológico en un desequilibrio en la velocidad de crecimiento entre el inicio y el final del desarrollo de la hoja en su salida del pseudotallo. La última parte, todavía envuelta, bloquea la salida rápida de la primera parte de la hoja siguiente, quien con la presión de crecimiento desgarrar y deforma en "cuello de garza" la siguiente.

Se atribuye, sin prueba, este disturbio a una deficiencia de boro.

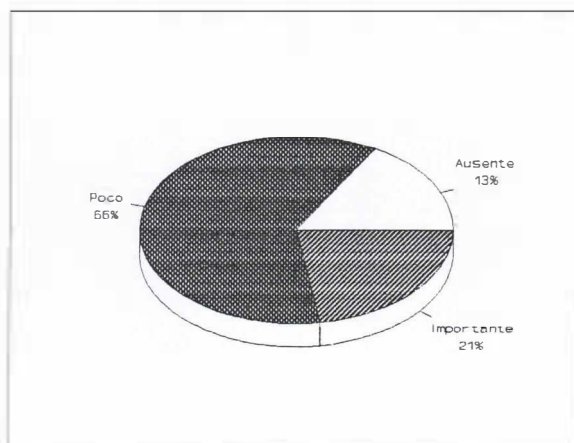


Figura 71

Es **muy común**, se observó en el 87 % de las muestras y en 20 % en una población importante. Parece ser más frecuente en las unidades : Chinchiná, Montenegro y Quindío, y mínimo en Fresno y Fondesa.

#### 4.8 Análisis de suelo (Tabla 1).

Los comentarios sobre los análisis de suelo y foliar son basados en los conocimientos actuales (bibliografía) y discusiones con especialistas.

##### 4.8.1 Física :

Solamente se estudió la **textura** (Figura 72) : en lo correspondiente a los derivados de ceniza volcánica, son comunes las texturas : **franco arenoso**, franco y arenoso franco; mientras en los de origen ígneo y metamórfico, prevalecen las de tipo franco arcilloso, y franco arenoso. Estudios anteriores sobre los aspectos físicos de los suelos derivados de cenizas volcánicas (unidades Chinchina, Quindío y Montenegro) nos indican : una **buena profundidad** : superior a un metro, el **horizonte orgánico es mayor de 30 cm**, estructura granular, clase mediana, grado moderado, consistencia ligeramente dura en seco, friable en húmedo y ligeramente plástica en mojado, **alta porosidad total**, **abundante actividad de macroorganismos**, **abundantes raíces finas**, reacción de normal a intensa al NaF, reacción fuerte al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, **retención de humedad gravimétrica media a alta** entre 1/3 (entre 22 y 67%) y 15 atmósferas (entre 8 y 48%),

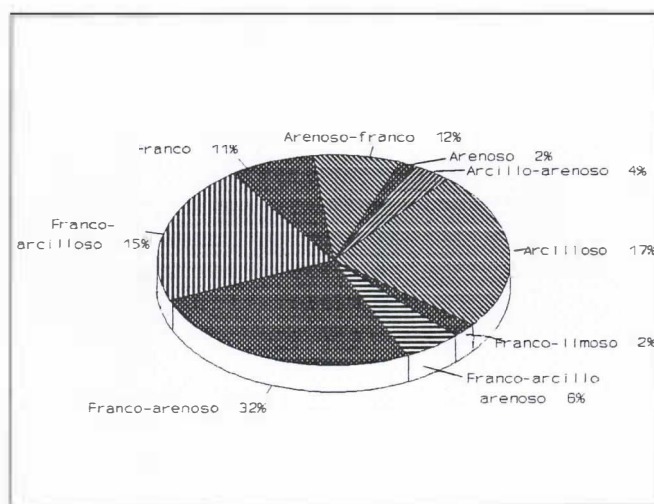


Figura 72

densidades aparente entre 0,7 y 1,1 g/cm<sup>3</sup> y densidad real entre 2,3 y 2,6 g/cm<sup>3</sup>.

Conocida la importancia de los suelos compuestos de cenizas volcánicas en la mayoría de las regiones visitadas, se entiende que **prevalecen suelos profundos, ligeros, sueltos y con buena aireación.**

Por los suelos de origen diferente, los propiedades físicas son en general menos favorables por más pesados : textura franco arcillosa o arcillosa, consistencia ligeramente plástica a plástica, permeabilidad lenta a muy lenta, drenaje interno pobre a muy pobre y relación aire-agua baja a muy baja.

#### 4.8.2 Materia orgánica (Figura 73) :

En promedio se encontró un **nivel importante**, promedio : 8.1%, en un rango entre 2.8 y 32 %; según la distribución, el 85 % de la muestra tiene valores superiores de 5 % (mínimo para el cultivo), lo que indica que **en la zona hay una gran riqueza en este componente, y explica muy bien el buen potencial de producción observado.**

Estudios anteriores mostraron la relación estrecha entre el contenido en materia orgánica y los contenidos en Carbono y Nitrógeno orgánico, en forma mineral principalmente (nitríca -

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y amoniacal -NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-), estos últimos son entonces calculados con confiabilidad con las formulas siguientes (limite : 0 > %M.O. > 20) :

$$\%N = 0,01644 + 0,045277 (\%M.O.) - 0,00063493 (\%M.O.)^2$$

$$\%C = \%M.O./1,7241$$

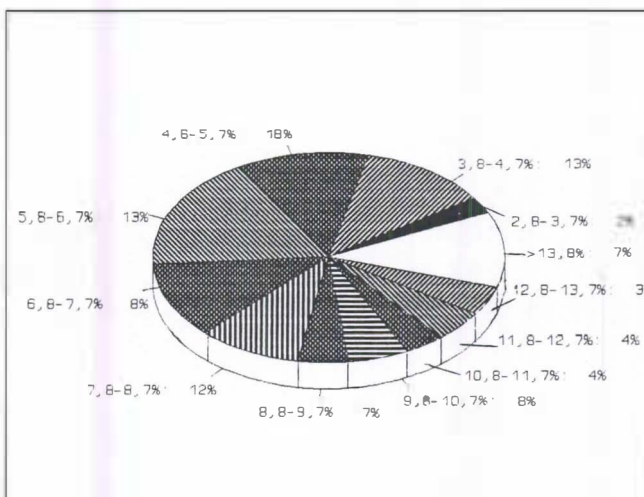


Figura 73

Tabla 1. Promedio y rango de las variables del suelo.

variable	unid	prom	min	max	d.est
m.o	%	8.1	2.8	32.2	3.9
C	%	4.7	1.6	18.6	2.25
N	%	0.34	0.14	0.82	
C/N		13.7	11.7	22.8	1.3
P	ppm	26.8	2	140	35.2
K <sup>+</sup>	meq	0.89	0.15	5.2	0.71
Ca <sup>++</sup>	"	7.16	0.4	29	4.07
Mg <sup>++</sup>	"	2.15	0.2	16.6	2.05
Sum cat	"	10.19	0.76	36.5	5.8
K/sum cat		0.10	0.008	0.73	0.07
Ca/sum cat		0.71	0.07	0.85	0.09
Mg/sum cat		0.19	0.09	0.56	0.07
K/MG		0.59	0.002	3.71	0.46
B	ppm	0.14	0.01	0.76	0.11

#### 4.8.3 Relación C/N (Figura 74) :

Indica el nivel de mineralización de la m.o : el promedio encontrado (13.7) ratifica lo ya conocido o sea un índice alto para los suelos de la zona.

Estudios anteriores mostraron un **alto nivel de nitrificación** ( $\text{NH}_4^+$ ).

#### 4.8.4 Fósforo (Figura 75) :

El análisis se hizo con el método de Bray II. A pesar de que este elemento juega un papel fundamental en la fisiología (síntesis proteicas, ATP, NADP, etc...), se sabe que:

- la extracción de la planta de plátano es mínima (0,2% de materia seca).
- Las necesidades nutritivas son mínimas pero estrictas : elemento indispensable en comparación con otros elementos como N o K.
- Cuando hay necesidades, ocurren durante fases juveniles del crecimiento.

Los suelos de tipo andosoles son los más ricos en fósforo del mundo, pero el contenido aprovechable varia bastante; existe una gran relación entre el poder de fijación en  $\text{P}_2\text{O}_5$  del suelo y la tasa de materia orgánica.

Estudios anteriores han demostrado la alta fijación de fósforo por los suelos de cenizas volcánicas.

En promedio se encontró 26.8 ppm, y, en la distribución, el 68 % son **bajos**.

#### 4.8.5 Potasio (Figura 76) :

Es el **catión más importante** en la nutrición del cultivo. La extracción de la planta es alta, 3 hasta 4% de la materia seca, mayor que la de nitrógeno.

En promedio se encontró 0.89 meq/100 gr; según los requerimientos, un 16 % solamente son deficientes ( $< 0,35$  meq/100 gr), la mayoría tiene **contenidos adecuados**.

Estudios anteriores comprobaron la alta susceptibilidad de este catión a la lixiviación.

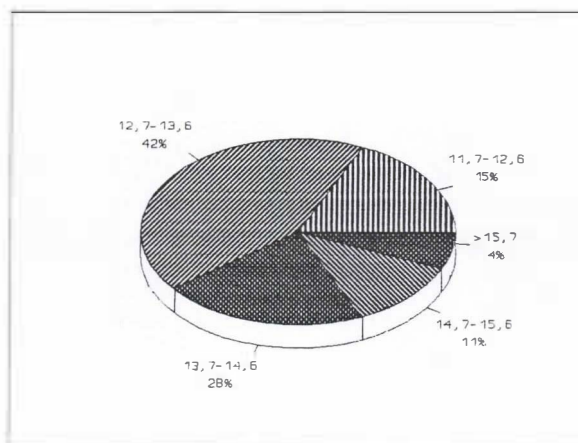


Figura 74

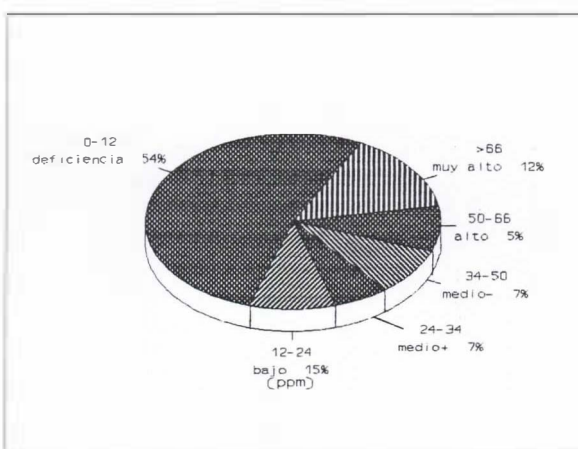


Figura 75

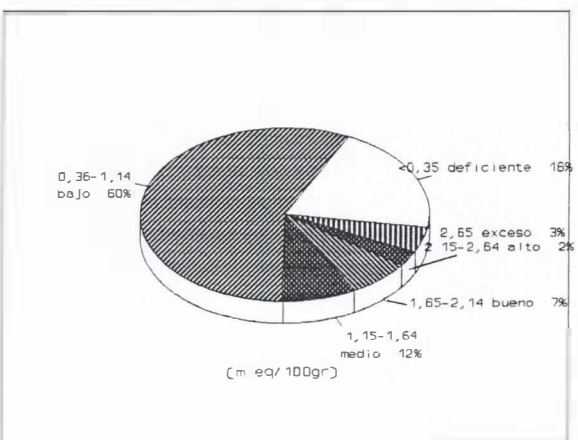


Figura 76

#### 4.8.6 Magnesio (Figura 77) :

Las necesidades de las musáceas cultivadas son importantes.

Los contenidos en los suelos de la zona son relativamente bueno a pesar de una alta distribución : en promedio 2.15 meq/100 gr; según los requerimientos, un 61 % tienen **contenidos medios** a altos y 19 % excesivos (más de 3 meq).

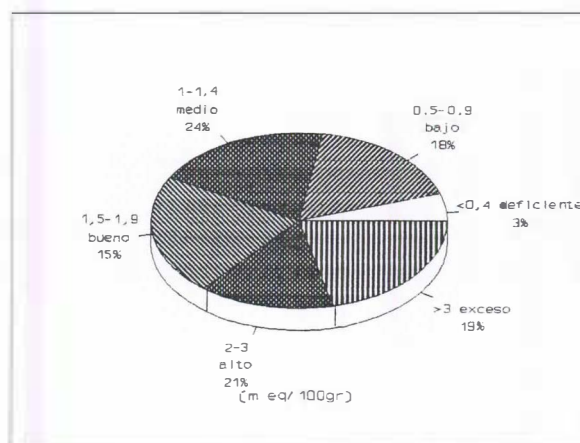


Figura 77

#### 4.8.7 Calcio (Figura 78) :

Quizá el elemento de menor papel en la nutrición : el promedio del muestreo fue de 7.16 meq/100 gr con un gran rango de variación por lo que no hay problemas de requerimiento para el cultivo.

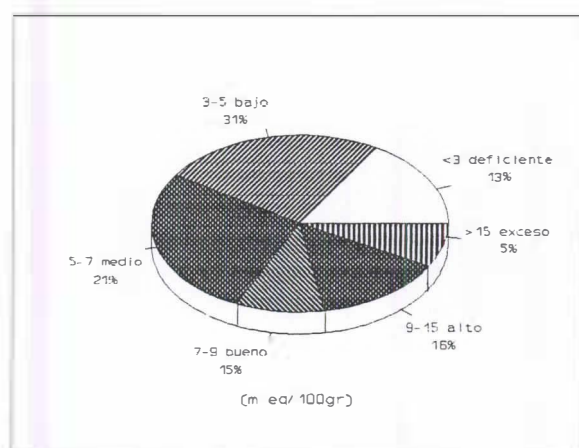


Figura 78

#### 4.8.8 Suma de cationes (Figura 79) :

Según la distribución y requerimientos, 31 % de la muestra es **baja** o deficiente, pero la mayoría es adecuada; debe entenderse que el peso relativo de los cationes es muy desigual (mayor fracción de calcio).

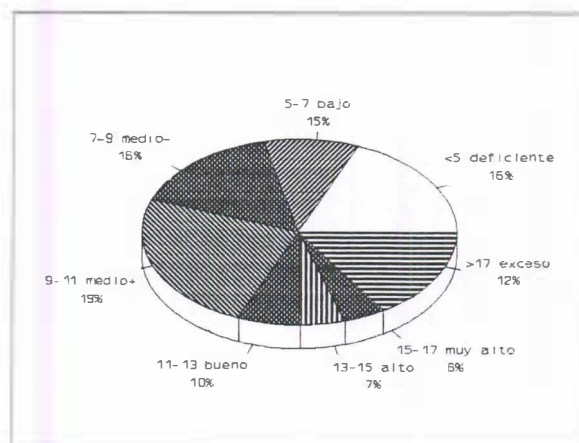


Figura 79



#### 4.8.9 K/suma de cationes (Figura 80) :

Es adecuada para el cultivo alrededor de 10; se encontró que en cerca de la mitad, la relación es **pobre** o **deficiente**.

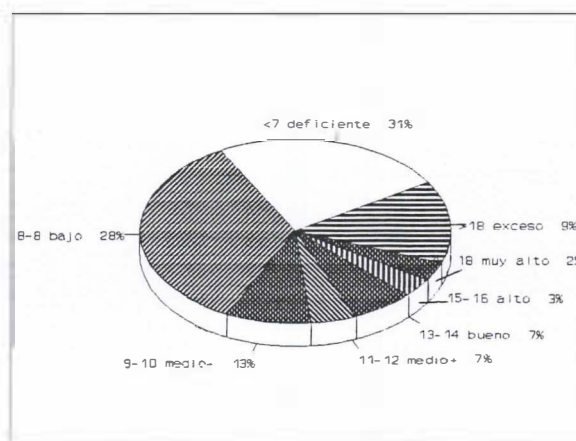


Figura 80

#### 4.8.10 Relación K/Mg (Figura 81) :

Expresa el principal equilibrio en la nutrición del plátano; el promedio fue 0.59, que en relación a los índices adecuados significa que **la mayoría de las muestras (81%) están desequilibradas**.

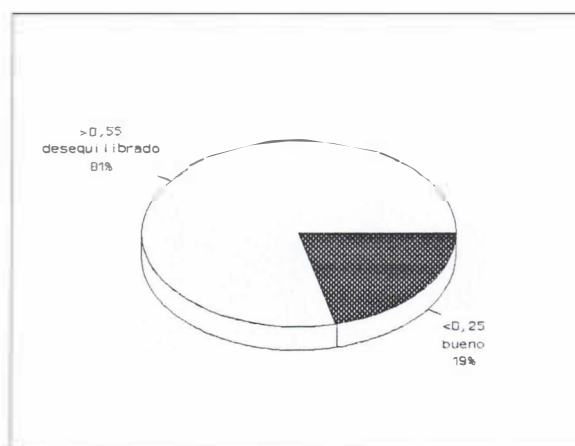


Figura 81

#### 4.8.11 Boro (Figura 82) :

Se tuvo un promedio de 0.14 ppm y la mayoría de las muestras son **deficientes**, lo que es característico de estos suelos.

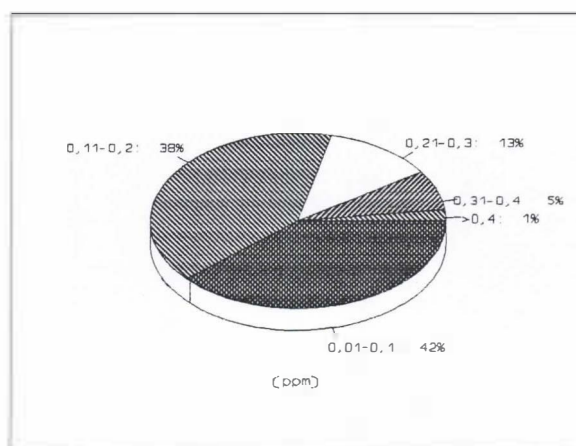


Figura 82

#### 4.9.7 Deficiencias nutricionales :

Solo se tomó en cuenta las deficiencias más destacables en la zona, o sea las en nitrógeno, potasio y magnesio; las demás de menor importancia y difíciles de precisar en su reconocimiento fueron descartadas.

##### a. Deficiencia en Nitrógeno (Figura 91) :

**Escasa**, la deficiencia se calificó como importante solo en un 13% y siempre en relación con cultivos mal tenidos o/y enmalezados: es más frecuentes en algunas regiones, como el oriente de Caldas y también en el departamento de Risaralda.

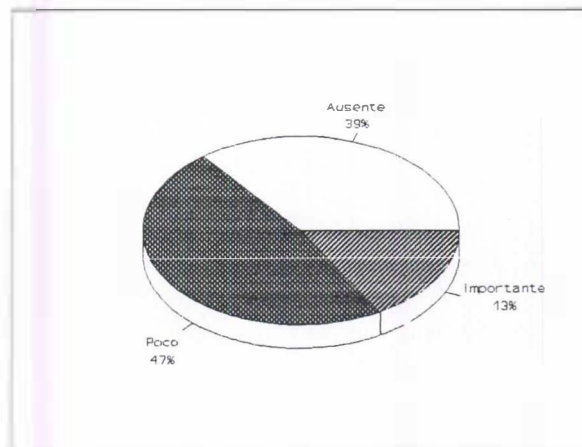


Figura 91

##### b. Deficiencia en Potasio (Figura 92) :

Popularmente se le denomina el "amarillo Caterpillar", **escasa**, esta deficiencia se calificó como importante en sólo 10% con más frecuencia en el oriente del departamento de Caldas.

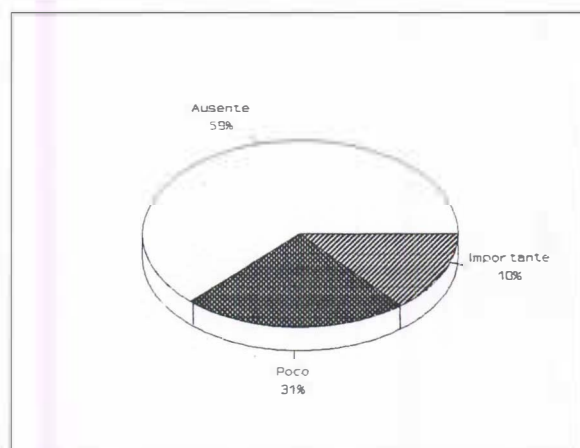


Figura 92

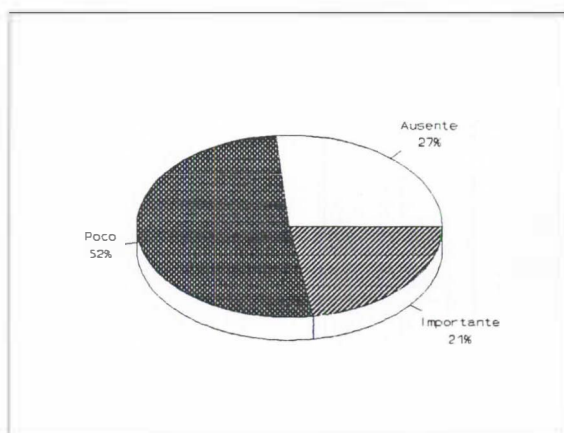


Figura 93

##### c. Deficiencia en Magnesio (Figura 93) :

Muy conocida y generalizada : en un 73% de las fincas; esta deficiencia se calificó moderada en 52% y fuerte en 21%, lo que le identifica como la más destacable y **la más generalizada en la zona**. En el departamento del Valle del Cauca y en Caldas se encontró con más frecuencia e intensidad.

#### 4.9 Análisis foliar (Tabla 2) :

En la tabla aparecen los valores típicos encontrados sobre el limbo.

Tabla 2, análisis foliar. Promedio de variables analizadas.

variable	unid	prom	min	max	d.est
nitrógeno	% ms	2.38	1.69	3.19	0.23
fósforo	"	0.18	0.04	0.26	0.03
potasio	"	3.44	1.78	5.00	0.62
calcio	"	0.97	0.33	1.82	0.24
magnesio	"	0.26	0.14	0.69	0.10
manganeso	ppm	266	1	1410	163
hierro	"	144	9	840	97.1
zinc	"	15.8	2	22	2.1
boro	"	10.1	6	17	2.4
cobre	"	9.3	3	16	1.8

##### 4.9.1 Nitrógeno (Figura 83) :

La planta no es capaz de hacer reservas, como lo hace con el potasio; es necesario entonces, que tenga a su disposición cantidades suficientes de N en forma mineral: nítrica ( $\text{NO}_3^-$ ) y amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), todo el tiempo, para un buen crecimiento y desarrollo. Las malezas compiten fuertemente por éste elemento.

Los contenidos foliares reflejan la **extraordinaria riqueza** de éste elemento en los suelos: se halló un promedio de 2.38 (% ms); según la distribución **la casi totalidad (98 %) de las muestras tiene un nivel adecuado.**

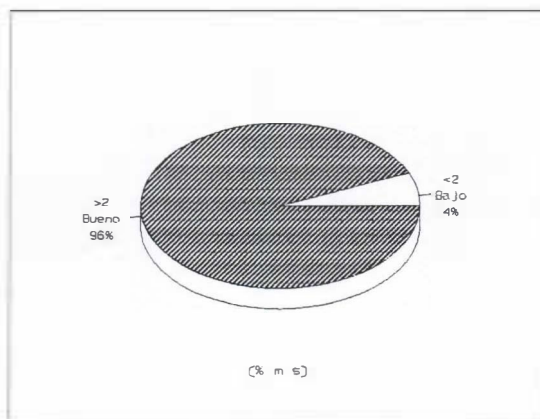


Figura 83

##### 4.9.2 Fósforo (Figura 84) :

En forma general y como se había mencionado anteriormente, las necesidades de la planta son mínimas.

A pesar de la deficiencia en el suelo, los contenidos foliares son en 90% de los casos analizados suficientes ( $> 0,15\%$  m.s.) o sea **contenidos buenos a altos**, y deficientes solo en un 6 %.

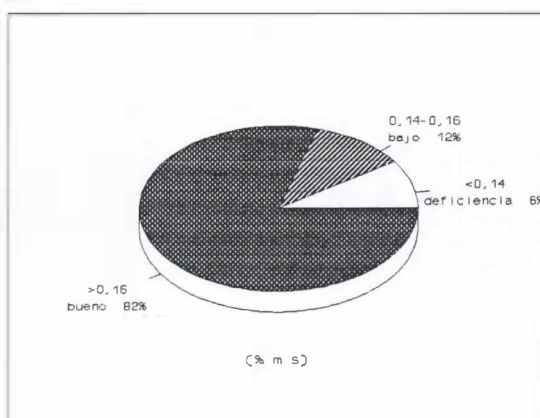


Figura 84

Se sospecha, entonces, la presencia de micorrizas naturales involucradas en la absorción de fósforo que, desafortunadamente, no fue analizado en este estudio.

#### 4.9.3 Potasio (Figura 85) :

El papel que juega éste elemento en los mecanismos fisiológicos es múltiple (metabolismo des hidratos de carbono, regulación osmótica, etc...) desde la siembra hasta la cosecha; además, la planta de plátano tiene la posibilidad de hacer reservas enseudotallo, peciolo y nervadura lo que permite una cierta flexibilidad en la fertilización.

A pesar del relativo pobre nivel encontrado enla mayoría de los suelos, alrededor de la mitad de las muestras presentaron **valores adecuados**, y niveles bajos y/o deficientes solo en 16%. Lo que podría indicar que el cultivo se satisface con niveles mínimos del suelo.

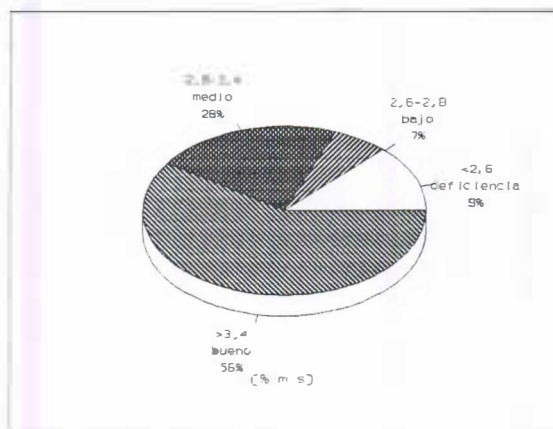


Figura 85

#### 4.9.4 Calcio (Figura 86) :

Las necesidades de la planta no son importantes, pues 0,6% en promedio se encuentra en la materia seca.

Expresión de las disponibilidades del suelo, la totalidad de las muestras tiene **valores adecuados**.

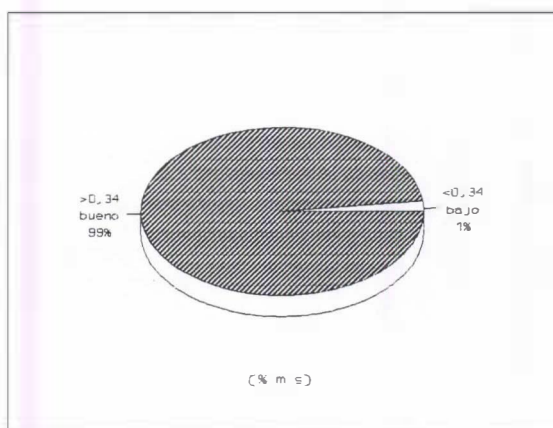


Figura 86

#### 4.9.5 Magnesio (Figura 87) :

La necesidades de las musáceas cultivadas son importantes; funciona como activador de varias enzimas (fosforilasa y carboxilasa) y como componente de la clorofila (núcleo). Su absorción es continua durante toda la vida de la planta y las necesidades mínimas son estrictas (indispensables).

Es el único elemento donde una importante fracción (24 %) tiene **niveles bajos** y/o deficientes.

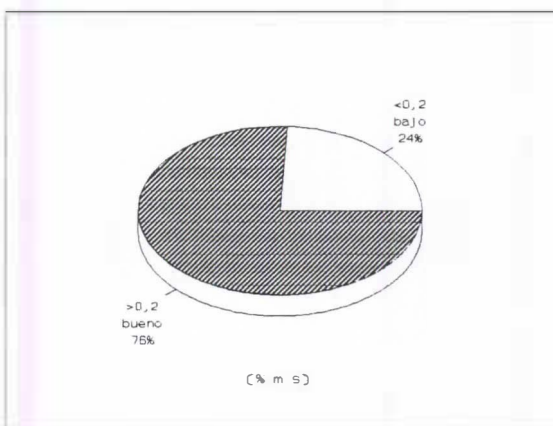


Figura 87



#### 4.9.6 Microelementos :

##### a. Cobre (Figura 88) :

La mayor fracción (68%) tiene **altos valores**, y en solo 1% se encontró niveles bajos.

##### b. Zinc (Figura 88) :

La mayor fracción tiene **buenos valores**; solo 3 % son deficientes.

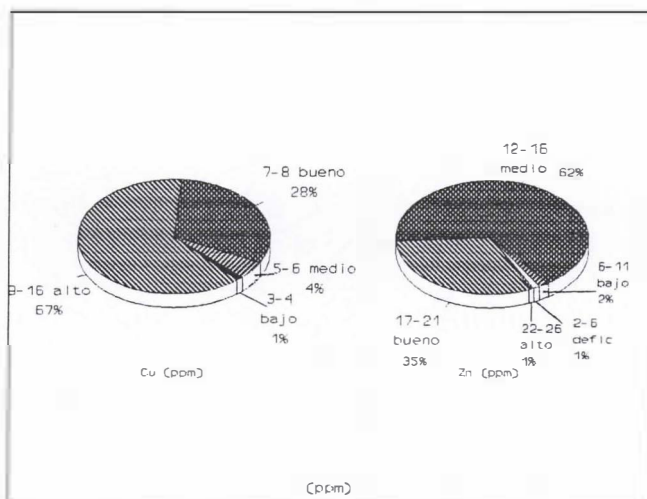


Figura 88

##### c. Boro (Figura 89) :

Elemento con la más amplia distribución, 47 % tiene **niveles medianos hasta bajos** y 11 % muy bajos hasta deficientes.

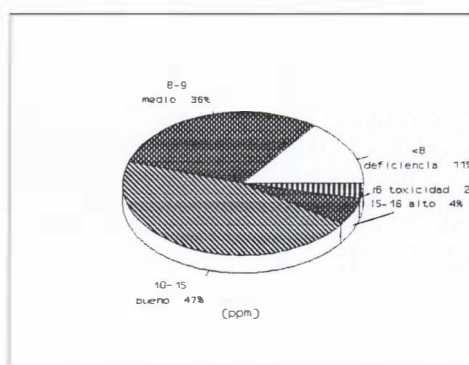


Figura 89

##### d. Manganeso (Figura 90) :

68 % tiene **niveles adecuados a altos**, pero un 17% tiene niveles bajos hasta deficientes.

##### e. Hierro (Figura 90) :

La mayor proporción (52%) tiene **niveles buenos a altos**, pero 8% tiene éste elemento en exceso y 7% bajo o deficiente.

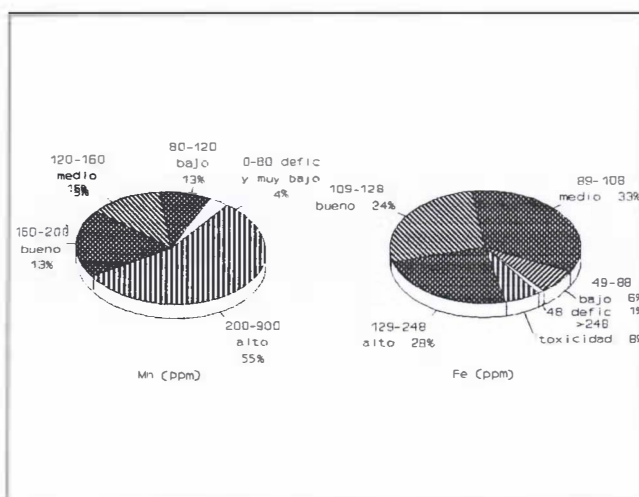


Figura 90

#### d. Otras deficiencias :

La sintomatología clásica de la deficiencia en boro (rayas cloróticas perpendiculares a las nervaduras secundarias) no se encontró en la encuesta, pero se habla de otras sintomatología como el "cuello de garza" ligado a está deficiencia.

Deficiencias no atribuida pero fuertes hasta disminución del limbo fueron encontrado de forma aislada, y la mayoría de las veces en banano (AAA).

Por sintomatología conocida, pero difícilmente notable, se sospecha deficiencias escasas en Zinc y Azufre (color blancuzco-rosado de la hoja bandera).

También se sospechas, en algunos casos, síntomas de toxicidad en Zinc (pizcas negro-oscuras y línea verde en el borde de los limbos) en las primeras hojas.

#### e. Aspecto nutricional general (Figura 94):

En las visitas de campo y, con base en la expresión del potencial de producción y del vigor de las plantas, se tuvo la siguiente apreciación : 22 % bueno o excelente, 68 % aceptable y 10 % malo; regionalmente, Quindío, Caldas centro y Risaralda tienen los mínimos problemas.

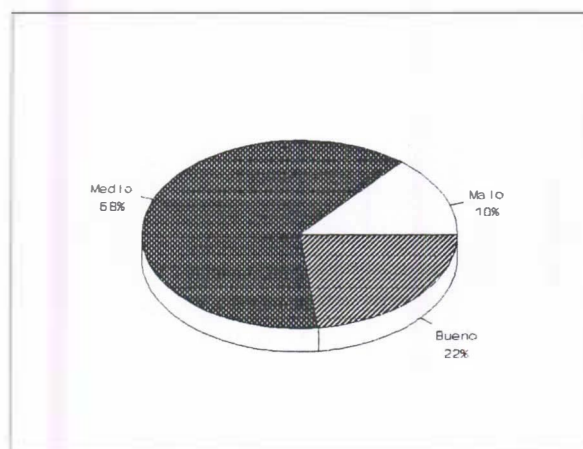


Figura 94

TABLA 3. LISTA DE VARIABLES EXPLICATIVAS

**INFORMACION GENERAL SOBRE UNIDAD PRODUCTIVA**

(Finca)(Información recibida del agricultor)

- Superficie útil en cultivo	1
- Superficie en café y N° total de árboles	1
- Superficie en plátano y n° total de sitios	1
- N° de sitios en banano (Gros Michel ppalmt)	1
- % de plátano en asociación y en monocultivo	1
- % de Gros Michel en relación con otras musáceas cultivadas	1
- % de Guineo, Bocadillo y otras musáceas cul.	1
- Tipo de asociación diferente a café	2
- % de plátano en asociación y en monocultivo	1
- % de plátano producido para la venta	1
- Nivel de venta de la producción	2
- Nivel de acción de intermediarios	2
- Variedades y % usado al nivel de la finca	2
- Interés de la producción	2
- Problemas encontrados en el cultivo	2
- Duración prevista del cultivo (lote encu.)	1
- Densidad del café asociado (lote)	1
- Densidades usadas para el plátano	1
- Epoca de siembra	2

**ESTADO DEL CULTIVO :**

- Vigor, estado floral, apreciación general	2
---	---

**PROBLEMAS NUTRICIONALES :**

- Deficiencia N, K, Mg y Boro	2
- Deformación foliar y de la hoja "bandera"	2
- Forma de "roseta"	2
- Apreciación nutricional	2

**FERTILISACION :**

- Café: N, P2O5, K2O, MgO, CaO, Mat. Organ.	1
- Plátano: " " " " " "	1

**PLAGAS Y ENFERMEDADES :**

- Sigatoka amarilla (hoja más joven mancha)	1
- Picudo negro (importancia galeria cormo)	1
- Helicotylenchus, Meloidogyne, Pratylenchus, Radopholus	1
- Picudo rayado	2
- Elefantiasis, virosis, bacteriosis	2
- Gusano de hoja, Gusano tornillo	2
- Necrosis sobre raíces, cormo, raíces de aguja, cormo de aguja	2
- Nodulación, evolución de necrosis	2
- Apertura de calceta	2
- Volcamiento, arranque	2
- Embalconamiento	2
- Plátano "machorro", necrosis sobre dedos	2
- Amarillamiento prematuro de dedos	2

1 = Variable cuantitativa

2 = Variable cualitativa

**UBICACION :**

- Departamento, Municipio, Vereda	2
- Nombre de la finca, Agricultor,	2
- Administrador	2
- Nombre Encuestador principal, Fecha2 encuesta	1

**CLIMA : Altitud**

- Lluvia : promedio anual, 1 año y 3 meses antes de la encuesta	1
- Vientos	2
- Pendiente, Topografía, Orientación	2

**SUELO : Tipo de suelo (unidades)**

**MANEJO (A nivel del lote encuestado)**

- Sistema del cultivo	2
- Variedades y % sembrado	2
- Densidad	1
- Antecedentes del cultivo	1
- Edad del cultivo	1
- Origen de la semilla	2
- Altura del colino	1
- Preparación de la semilla	2
- Tipo de pesticida usado a la siembra2	2
- Nivel de corte de la semilla	2
- N° de colinos sembrado por sitio	1
- Tamaño del hoyo de siembra	1
- Profundidad de siembra	1
- Tipo de materia orgánica a la siembra	2
- Cantidad de materia orgánica a la siembra	1
- Apreciación de: N° promedio de matas productivas por sitio	1
- Descacetamiento	2
- Deshije	2
- Deshoje	2
- Arranque	2
- Materia orgánica	2
- Descepe	2
- Resiembra	2
- Apuntalamiento	2
- Control de malezas	2
- "Plateo"	2
- Destronque	2

**ANALISIS SUELO- FOLIAR (LIMBO-NEVADURA**

Textura	1	Cenizas	1
pH		P	1
Al		K	1
M.O.		Ca	1
P		Mg	1
K		S de cationes	1
Ca		K/sc	1
Mg		Ca/sc	1
Suma de cationes		Mg/sc	1
K/sc		K/Mg	1
Ca/sc		N	1
Mg/sc		Fe	1
K/mg		Mn	1
Boro		Zn	1
		Cu	1
		Boro	1

## **V. ANALISIS RELACIONAL :**

En este capítulo se hace un **análisis detallado** para buscar, dentro de las variables observadas, las que tienen relación, las que son explicativas de hechos observados o resultados que se quieren explicar y, en lo posible, clasificar esas variables **a fin de identificar los factores limitantes** y jerarquizarlos.

Como las variables son numerosas, más de 150 (tabla 3), y de naturaleza diferente, el análisis se hizo en varias etapas.

La herramienta estadística usada fué principalmente **análisis multivariado**.

### **5.1 Relación dentro de grupos homogéneos de variable :**

#### **5.1.1 Grupo 1 : Generalidades :**

- Topografía, pendiente y orientación tienen una buena relación, (coeficiente de correlación,  $r$  = superior a 0.5).
- Sistema de cultivo : "mateado", "en barreras", "monocultivo", están evidentemente relacionados con la densidad.
- Hay buena relación entre circunferencia del seudotallo y precipitación anual: positiva entre 1500-2880 mm/año y negativa por encima o debajo de esos límites.
- Las **variables más discriminantes** en un análisis en componentes principales (ACP) fueron : **topografía, densidad del plátano y del café asociado, altitud, edad del cultivo y lluvia** (1 año antes de encuesta), estas fueron elegidas para el análisis factorial de correspondencia (AFC) final.

#### **5.1.2 Grupo 2 : Planta :**

El problema encontrado fue la homogenización de los datos medidos sobre las plantas con variedades bastante distintas.

El estudio comparativo entre parametros (coeficientes de correlación) en las dos principales variedades es el siguiente :



- "Dominico-hartón" :

Altura	Circunferencia	N° dedos	N° manos	Hojas vivas	Peso racimo estimado
Altura:	0,789**	0,396**	0,635**	0,093	0,302
	Circunferencia:	0,487**	0,669**	0,23	0,422**
		N° dedos:	0,673**	0,181	0,408**
			N° manos:	0,22	0,432**
				Hojas vivas:	0,348

\* Signi ficancia del 95%

\*\* Sign ificancia del 99%

- "Dominico":

Altura	Circunferencia	N° dedos	N° manos	Hojas vivas	Peso racimo estimado
Altura:	0,732**	0,433**	0,613**	0,196	0,248
	Circunferencia:	0,437**	0,559**	0,486**	0,332
		N° dedos:	0,849**	0,266	0,387*
			N° manos:	0,289	0,378*
				Hojas vivas:	0,429*

\* Signi ficancia del 95%

\*\* Sign ificancia del 99%

Se nota, para las dos principales variedades, la buena correlación entre los parametros de tipo "vegetativo" (altura y circunferencia); entre los parametros de tipo "productivo" (numero de manos y dedos), y tambien entre los dos grupos de variables. El peso de racimo estimado, a pesar de la dificultad al momento de esta estimación, no fue tan alejado de la realidad. Solo el numero de hojas vivas contado al momento de la floración no tiene relación con los demas parametros.

Relación : n° dedos-circunferencia (Figura 95) :

La figura contiene cuatro "nubes" de puntos distintos, correspondientes a las cuatro variedades (Dominico, Dominico- hartón, Hartón y Hondureño enano); estas nubes muestran bien la variación del número de dedos, y, entonces se podría tener la **circunferencia** como **variable a explicar independientemente de la variedad**.

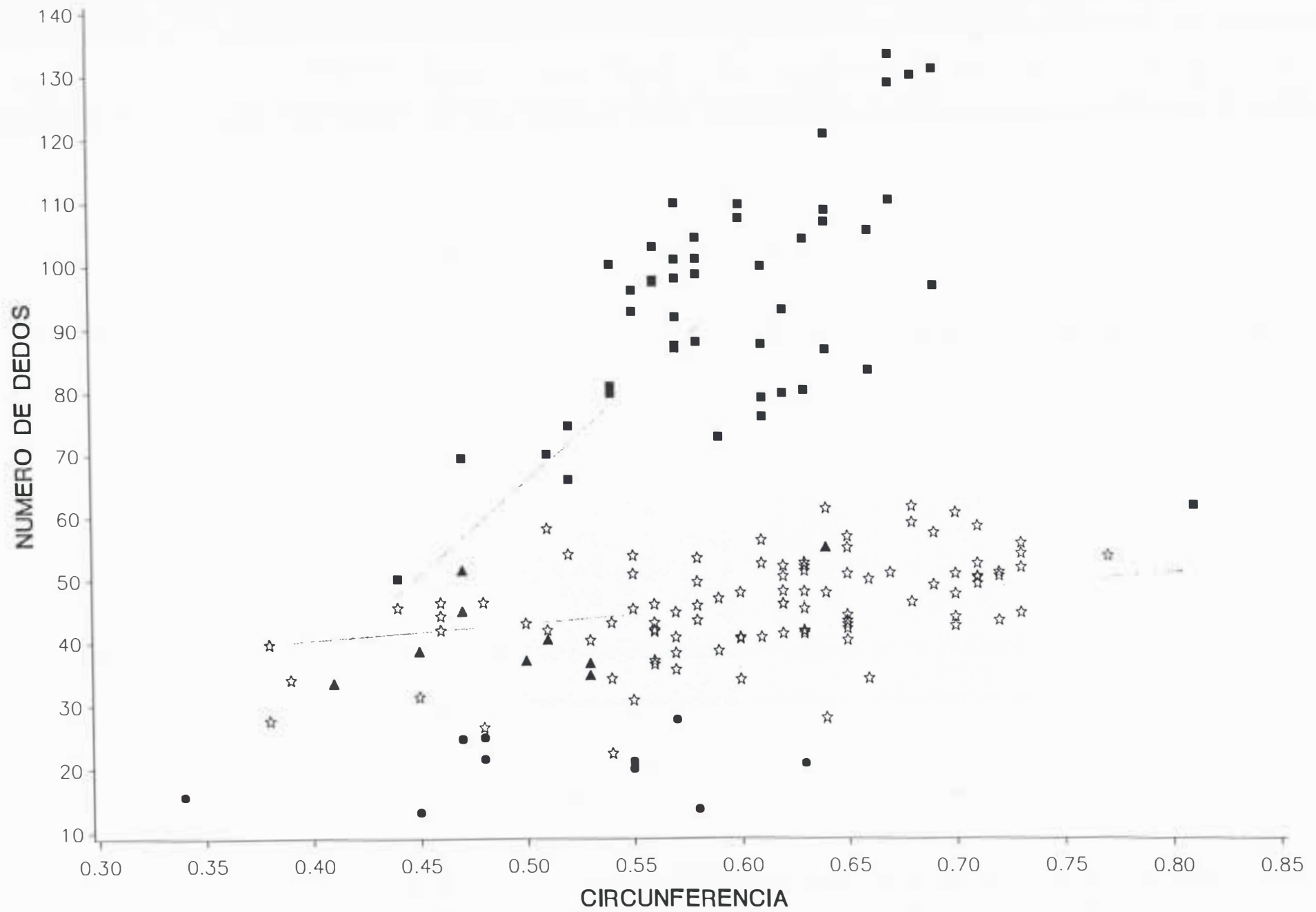
El **número de dedos** (como expresión del potencial de producción), **debió ser estudiado por variedad**.

Sobre el análisis factorial de correspondencia, tres variables fueron discriminadas : número de dedos, circunferencia y hojas vivas, las que se tomaron para el análisis final.

### 5.1.3 Grupo 3 : Manejo :

Las relaciones entre las técnicas que componen el manejo, según la AFC, son altas: o sea, que si se hace bien la deshierba, también lo serán las otras : así, para las demás etapas se eligió el "deshije" como representante de todo el grupo.

# IDENTIFICACION POR LA VARIEDAD



☆ : DOMINICO HARTON    ■ : DOMINICO    ▲ : HONDURENO    ● : HARTON

#### 5.1.4 Grupo 4 : Plagas - Enfermedades :

Existe muy baja relación entre las poblaciones de nemátodos y el nivel de necrosis sobre raíces o cormo, como lo indica los coeficientes de correlación en la tabla siguiente:

Población :	<i>Heli-</i> <i>coty-</i> <i>lenchus</i>	<i>Meloï-</i> <i>dogyne</i>	<i>Praty-</i> <i>lenchus</i>	<i>Rado-</i> <i>pholus</i>	<i>Praty.</i> + <i>Rado.</i>	<i>Praty.</i> + <i>Rado.</i> + <i>Melo.</i>	Todos Nema- todos	<i>Helico</i> + <i>Melo.</i>
Necrosis raíces	0,010	-0,054	0,199	0,162	0,081	0,167	0,153	-0,029
Necrosis raíces aguja	-0,025	0,056	0,245*	0,167	0,160	0,256**	0,238*	0,052
Necrosis cormo	0,044	-0,032	0,007	-0,004	0,065	-0,008	0,008	0,006
Necrosis cormo aguja	-0,023	0,040	0,171	0,139	0,113	0,180	0,153	0,012
Nodulación	0,036	0,146	0,199	0,281**	0,089	-0,093	-0,070	0,117
Arranque	0,041	-0,134	0,088	0,067	0,089	-	-	-

\* Significancia del 95%

\*\* Significancia del 99%

Esta situación podría ser explicada bien por la acción de un complejo con hongos o bacterias (?), o por el efecto desplazado en el tiempo del daño sobre las raíces (las poblaciones de nemátodos medidos en el momento actuara sobre necrosis más tarde) (?).

Como cada factor de daño es muy independiente, se eligieron las plagas y enfermedades mas importantes (más presente), así :

- hoja mas joven manchada (sigatoka),
- necrosis radical (nota general),
- necrosis en raíces de aguja (nota general),
- población de *Pratylenchus*,
- picudo negro (nota).

#### 5.1.5 Grupo 5 : Análisis de suelo :

Las mejores correlaciones se obtuvieron entre Ph y calcio (clásica), Ph y suma de cationes, y Calcio y Magnesio.

Ninguna relación se encontró entre el análisis químico del suelo y la clasificación actual de esos suelos (unidades de uso-manejo); ésto es explicable, por el sistema de clasificación hecho por la Federación de cafeteros : por origen del suelo (material parental) y no por analisis físico-químico.

Para las etapas siguientes se eligieron las variables P, K, Mg y M.O.

### 5.1.6 Grupo 6 : Análisis foliar (Figura 96) :

Las correlaciones para cada elemento del análisis químico del limbo y de la nervadura son todas altamente significativas (99%); entonces, se siguió el análisis multivariado solo con los elementos del limbo.

Al nivel del limbo, se nota la **buena relación Ca/Mg** y el **antagonismo K-Mg**, situaciones clásicas.

Las variables independientes : N, P, K, Ca, Mg, B y Mn fueron elegidas para los pasos siguientes.

Las circunferencias mayores están asociadas con P y K altos y las menores con Ca y Mg altos.

## 5.2 Relaciones entre plagas - enfermedades, suelo y clima :

### 5.2.1 Poblaciones de nemátodos y clima y suelo :

Como lo indica el cuadro siguiente, algunos parametros de clima y de suelo mostraron relación con las poblaciones de nemátodos: los más destacables son las poblaciones de *Pratylenchus* con la precipitación (promedio anual), la altitud (temperaturas) y la tasa en materia orgánica del suelo. Para *Radopholus*, las poblaciones estan relacionadas con la altitud y el pH del suelo. En cuanto a las condiciones físicas, se pensaba tener más relaciones entre esas poblaciones y la textura del suelo, solo las poblaciones de *Helicotylenchus* y de *Meloidogyne* tienen una relación negativa con la tasa de arcilla.

Variable	<i>Pratylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Radopholus</i>
Altitud	-0,42**	0,22**	-0,07	-0,39*
Precipitación anual	0,63**	0,005	0,09	0,01
Textura	-0,01	0,27**	0,14	0,04
Tasa arcilla	-	-0,35**	-0,22*	-
Materia orgánica	0,24**	0,27**	0,17*	-0,14
pH	-0,05	-0,023	-0,044	-0,37*
Fósforo	-0,22	0,011	-0,001	0,006
Potasio	0,23**	-0,15**	-0,01	-0,09
Calcio	0,20	-0,23**	-0,07	-0,29
Magnesio	-0,11	-0,25**	-0,12	-0,28
Chi cuadrado :	(8 grados de	libertad)		
Sistema de cultivo	7,66	6,32	20,1**	-

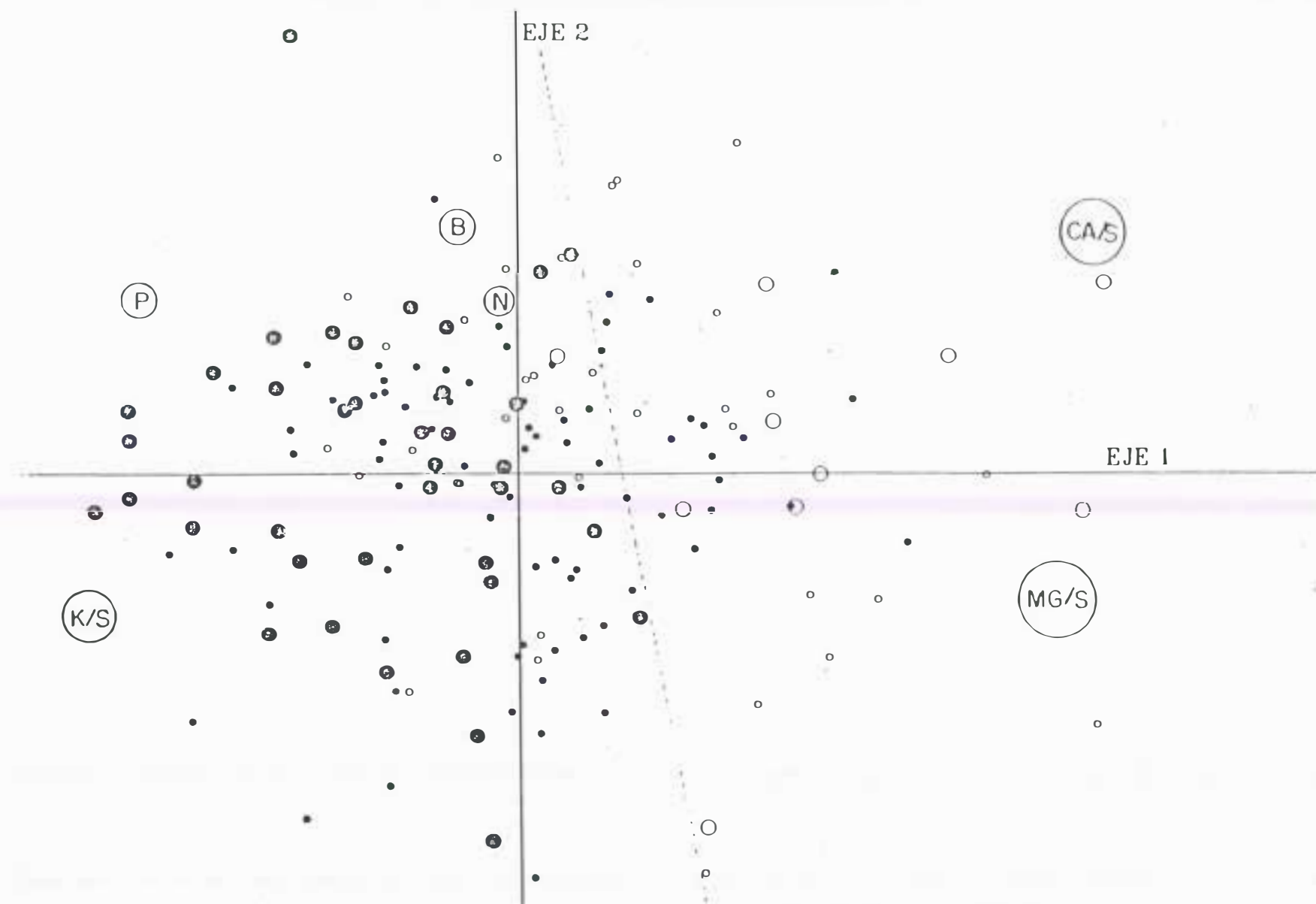
\* Significancia del 95 %

\*\* Significancia del 99 %



Figura 96 :

ACP ANALYSIS FOLIAR (EJE 1-2)  
IDENTIFICACION : CLASES DE CIRCUNFERENCIA



### 5.2.2 Sigatoka amarilla y altitud :

Al contrario de lo que se suponía, no existe ninguna relación entre el rango de la "hoja más joven manchada (HMJM)" y la altitud (coeficiente de correlación de -0,058). Si es correcto asumir que a más altitud, la disminución de la temperaturas frena el desarrollo del hongo, también es cierto que igualmente se reduce la emisión de hojas (r.e.f).

### 5.2.3 Picudo negro y altitud :

Se comprobó la ya conocida **relación negativa entre la actividad del picudo negro y la altitud** (coeficiente de correlación altamente significativo : -0,355); no se encontró daño de importancia (galerías) en el cormo encima de 1580 msnm.

### 5.2.4 Elefantiasis :

Con ningún factor ambiental o de manejo se pudo relacionar este disturbio; en parte por el reducido tamaño de la muestra (lotes con casos).

## 5.3 Relaciones entre análisis foliar, suelo, fertilización y deficiencias observadas :

### 5.3.1 Análisis químico limbo-suelo :

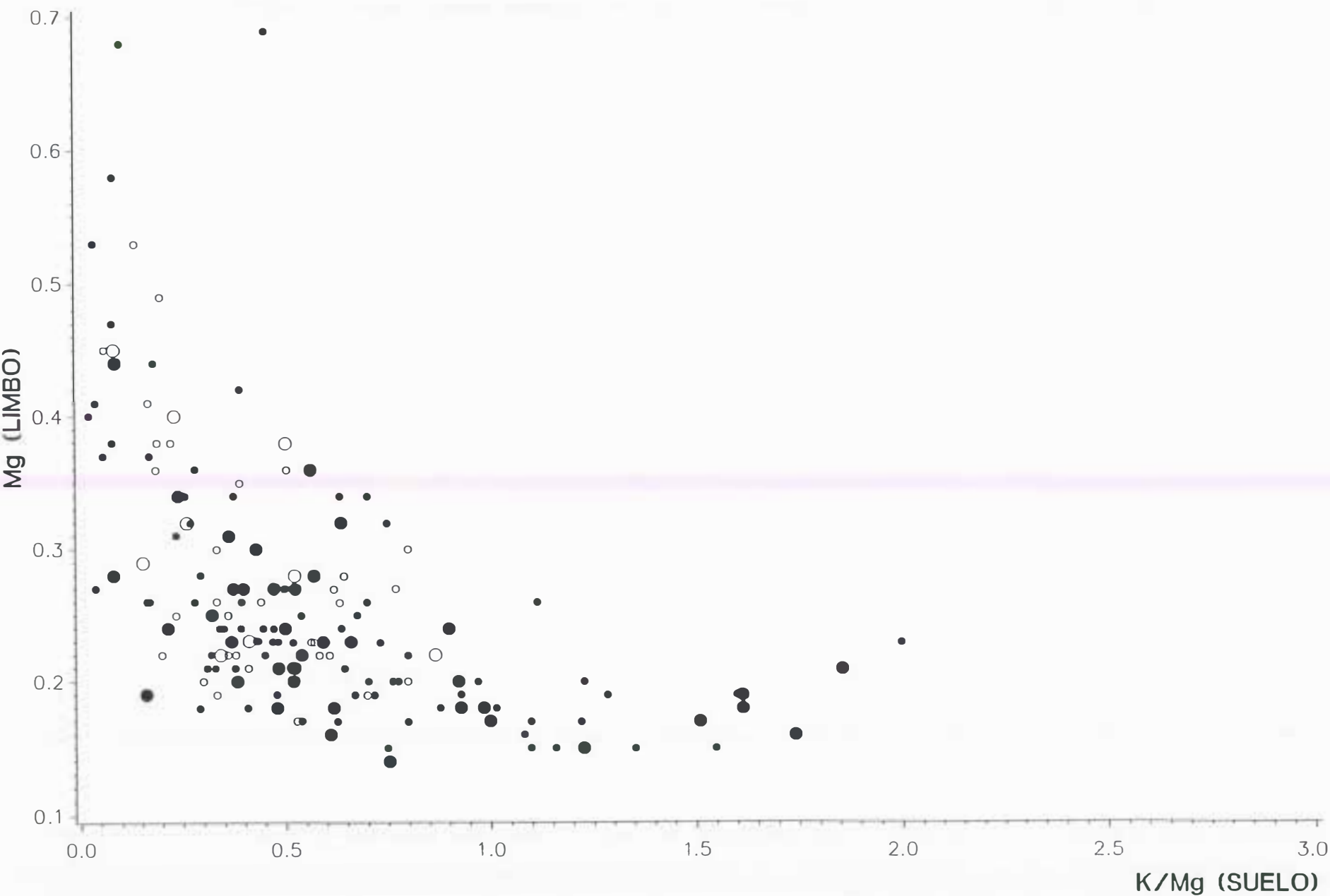
En general las **correlaciones son buenas**; sobresale el magnesio del limbo y la relación K/Mg en el suelo (Figura 97):

Algunos coeficientes de correlación son los siguientes :

Analisis suelo	Analisis foliar (limbo)	Coefficiente correlación
Fósforo	Fósforo	0,456**
Potasio	Potasio	0,305**
Calcio	Calcio	-0,129
Magnesio	Magnesio	0,522**
Boro	Boro	0,006
Materia Orgánica	Magnesio	-0,371**
Potasio	Calcio	-0,383**
Potasio/suma de cationes	Magnesio	-0,394**
Suma de cationes	Magnesio	0,368**
Potasio/suma de cationes	Magnesio/suma cationes	-0,349**
Magnesio/suma cationes	Magnesio/suma cationes	0,674**
Potasio/magnesio	Magnesio	-0,481**
Potasio/magnesio	Magnesio/suma cationes	-0,481**

La correlaciones entre los elementos del suelo y los encontrados en la nervadura de las hojas muestran la misma tendencia que el limbo, aunque con menor intensidad.

Figura 97 : CONTENIDO DE MG EN EL LIMBO Y LA RELACION K/MG EN EL SUELO



Clase de Circunferencia :  $0 < C < 15$   $15 < C < 55$   $55 < C < 65$   $C > 65$

### 5.3.2 Analisis químico suelo-fertilización :

No existe **ninguna relación** entre las fertilizaciones dadas al café y/o al plátano con los **contenidos del suelo**: eso pone en evidencia el caracter muy específico de esos suelo frente a la fertilización.

### 5.3.3 Analisis químico foliar-fertilización :

Tampoco existe **ninguna relación** entre la fertilización y los contenidos foliares; eso explica entonces, lo siguiente :

- la mala respuesta de cualquier tipo de fertilización al cultivo en estos suelos.
- la mala respuesta de las formulas compuestas actualmente recomendadas en el plátano, los cuales están mal adaptadas para el cultivo.

### 5.3.4 Analisis químico foliar y deficiencias observadas :

Las relaciones mejores fueron con **nitrógeno y potasio** (coeficiente de correlación,  $R = 0,302$  y  $-0,249$  respectivamente, ambos altamente significativo), por el contrario, la deficiencia general de magnesio no está en relación con el contenido foliar ( $R = -0,026$ ): sin tener una explicación satisfactoria, hay la hipótesis de que ésta deficiencia es el resultado de varios factores que limitan el flujo de agua al nivel celular en la hoja.

No hubo relación entre el contenido de boro y los índices de deformación foliar o del sintoma de "cuello de garza", como varios agrónomos de la zona lo han planteado.

## 5.4 Relaciones entre plantas y ambiente :

La altitud, en relación estrecha con las temperaturas, no esta en relación con los parametros que expresan el potencial de production y el desarrollo vegetativo:

Parametros:	Altura	Circunferencia	Hojas vivas	Peso racimo estimado	N° dedos DH	N° dedos Dominico
Altitud	0,028	0,054	-0,13	0,257	0,065	0,012



Tabla 4 : Factores analizados de las AFC

Factores	Código de clases	Significación	Factores	Código de clases	Significación
FACTORES A EXPLICAR					
Circunferencia (a 1 m)	CC1	< 40 cm	Número de dedos (variedad: Dominico-hartón)	DV1	<25 dedos
	CC2	40 - 45		DV2	25 - 40
	CC3	50 - 55		DV3	40 - 45
	CC4	55 - 60		DV4	45 - 50
	CC5	60 - 65		DV5	50 - 55
	CC6	65 - 70		DV6	55 - 70
	CC7	> 70 cm		DV7	> 80 dedos
				DV8	
FACTORES EXPLICATIVOS - MANEJO DEL CULTIVO					
Deshije (incluyendo el paquete manejos)	DM1	Ausente	Número de matas/sitios	NM 1	1 mata/sitio
	DM2	Regular		NM 2	2
	DM3	Medio		NM 3	3
	DM4	Bueno		NM 4	4 y más
	DM5	Excelente			
Sistema de cultivo	SI 1	Monocultivo	Densidad del café (tecnificación del agricultor)	DC 1	< 2000 pl/ha
	SI 2	Asociado al café		DC 2	2000 - 4000
		Mateado		DC 3	4000 - 6000
		Asociado al café		DC 4	6000 - 8000
	SI 3	En barrera		DC 5	> 8000 pl/ha
PLAGAS Y ENFERMEDADES					
Sigatoka amarilla = hojas más joven manchada	HM 1	≥ HMUM 5	Necrosis sobre ramas	NR 1	Ausente
	HM 1	HMUM = 6		NR 2	Poco
	HM 3	HMUM = 7		NR 3	Medio
	HM 4	HMUM = 8		NR 4	Demasiado
	HM 5	HMUM = 9	AG 1	Ausente	
Población Pratylenchus	PR 1	< 1000 100 g/	Necrosis sobre raíces de aguja	AG 2	Poco
	PR 2	> 1000 raíces		AG 3	Medio
				AG 4	Demasiado
NUTRICION FOLIAR					
Fósforo	P 1	< 0.16%	Potasio	K 1	< 2.5%
	P 2	0.16 - 0.17		K 2	2.5 - 3
	P 3	0.18 - 0.19		K 3	3 - 3.5
	P 4	≥ 0.2%		K 4	3.5 - 4
				K 5	> 4%
Magnesio	MG 1	< 0.18%	Boro	B 1	< 8 ppm
	MG 2	0.18 - 0.22		B 2	8 - 10
	MG 3	0.23 - 0.28		B 3	11 - 13
	MG 4	0.29 - 0.36		B 4	> 13 ppm
	MG 5	> 36%			
GENERAL					
Variedades	VA 1	D o m i n i c o	Topografía (asociado a pendiente y orientación)	TP 1	Plano
	VA 2	h a r t ó n		TP 2	Ondulado
	VA 3	Dominico		TP 3	Pendiente
	VA 4	Hartón			
Lluvia (1 año antes de la encuesta)	LL 1	Hondureño	Altitud	AL 1	> 1100 msnm
	LL 2	< 1500 mm		AL 2	1100 - 1200
	LL 3	1520 - 1800		AL 3	1200 - 1300
	LL 4	1810 - 2000		AL 4	1300 - 1400
	LL 5	2010 - 2250		AL 5	1400 - 1500
	LL 6	2270 - 2500		AL 6	1500 - 1600
	LL 7	2700 - 3000		AL 7	1600 - 1700
		> 3000 mm		AL 8	< 1700 msnm



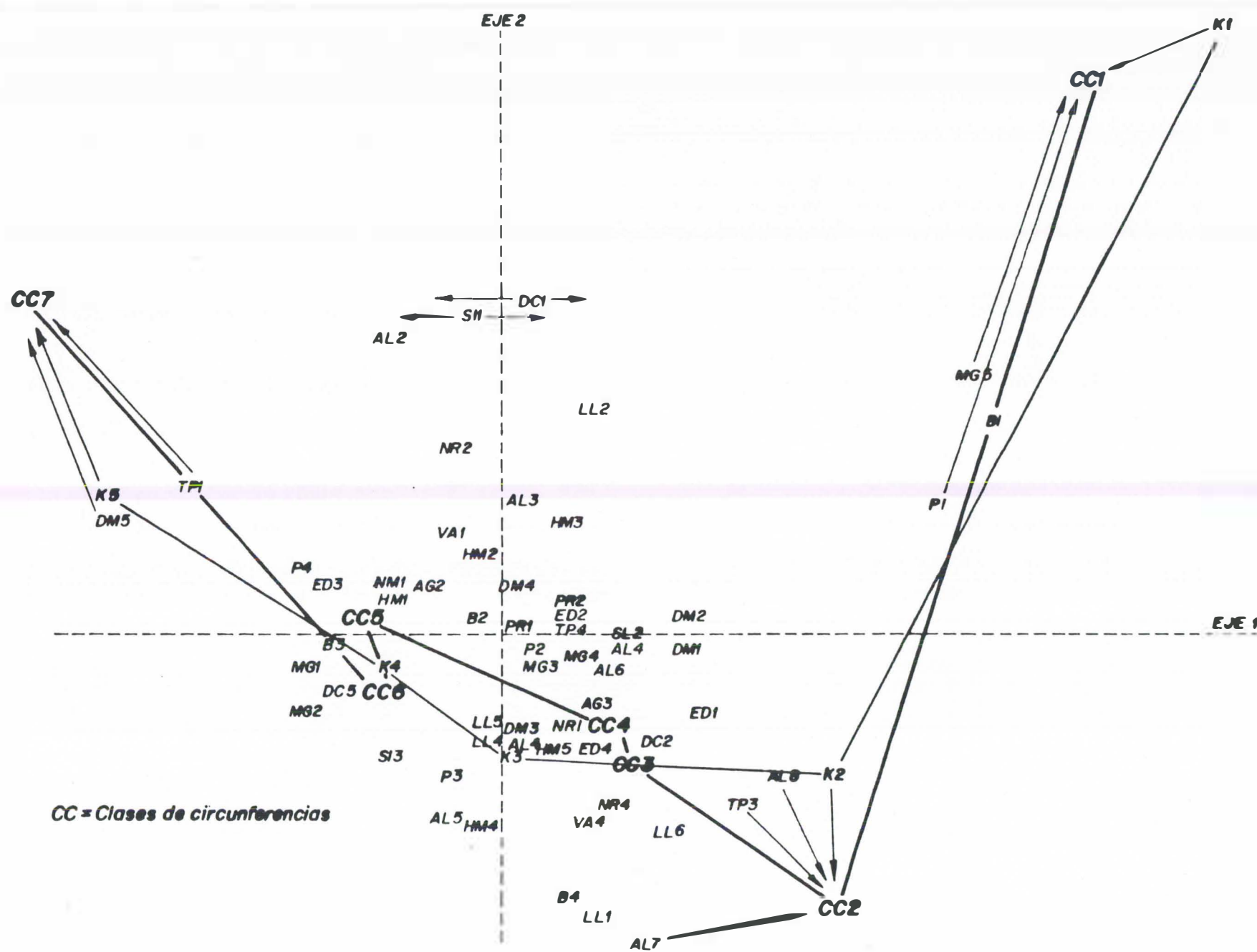


Figura 99 : AFC general sobre la variación de la circunferencia

## 5.5 Comentarios sobre los análisis factoriales de correspondencia (Tabla 4) :

### 5.5.1 AFC general sobre la caracterización de las fincas (Figura 98) :

Es la proyección espacial de los puntos de encuesta con sus variables mas discriminantes; sobresalen tres nubes de puntos que identifican zonas geográficas distintas, así :

- zona 1 : de baja altitud y alta precipitación, correspondiente al oriente de Caldas.
- zona 2 : de baja altitud, muy homogénea, correspondiente a la hoya del Quindío.
- zona 3 : una gran zona intermedia, poco homogénea, que comprende la parte montañosa del gran Caldas y norte del Tolima.

Una caracterización resumida de cada zona es la siguiente :

**ZONA 1** : La proyección de las variables a explicar y las suplementarias (circunferencia y número de dedos), muestra aquí el más bajo potencial de producción, explicado por (alta correlación) :

- **potasio bajo,**
- **fósforo bajo,**
- **precipitación alta,**
- **nivel de *Pratylenchus* alto.**

**ZONA 2** : Muestra el más alto potencial de producción (mayor circunferencia y numero de dedos), explicado por :

- **potasio alto,**
- **fósforo alto,**
- **altitud (clima) medio : 1100-1300 msnm,**
- **edad del cultivo baja,**
- **manganeso bajo,**
- **monocultivo,**
- **topografía plana.**

**ZONA 3** : corresponde a una gran **situación intermedia** entre los extremos mencionados, asociada a las clases medianas de todas las variables analizadas.

### 5.5.2 AFC general sobre la **variación de circunferencia** (estado vegetativo) (Figura 99):

Existe una **muy buena correlación positiva entre circunferencia** y potasio: la variación de circunferencia sigue proporcionalmente la variación de potasio foliar.

Las circunferencias pequeñas (< 50 cm) se relacionan solo con problemas nutricionales : K, P, B bajo y Mn, Mg altos; las mayores circunferencias (> 60 cm) están asociadas a buen equilibrio catiónico y buen manejo.

La altitud (clima) y la precipitación no parecen tener papel importante, ni tampoco las otras variables (plagas, etc...).



### 5.5.3 AFC general sobre número de dedos (estado productivo) (Figura 100) :

Este análisis fue hecho por variedades, pero la interpretación es la misma para cualquiera de las dos principales variedades (DH y D).

Existe una **buena correlación positiva entre número de dedos y fósforo** (eje 1), y en segundo lugar con potasio.

Un alto número de dedos esta relacionado con buena nutrición (equilibrio catiónico) : fósforo, potasio y boro altos y zinc, magnesio bajos; también está asociado con un estado sanitario bueno de las raíces y topografía más plana (caso del Quindío).

Un bajo número de dedos esta relacionado con problemas nutricionales : fósforo, potasio, boro bajos y, magnesio y manganeso altos; también con necrosis radical y poco manejo.

El **fósforo** sobresale entonces como un **factor importante en la explicación de la variación de numero de dedos**, una atención particular debería ser dado al mecanismo de liberación por el suelo (franja absorbible) y su asimilación por la planta.

## 5.6 Segmentación (Jerarquización) :

### 5.6.1 Segmentación de las variables sobre la variación de la circunferencia (Figura 101)

Los primeros factores limitantes que explican la variación de la circunferencia son **DE ORDEN NUTRICIONAL** : K y P; después, están las **VARIEDADES** : "Dominico-hartón" y "Dominico" (tienen un potencial mayor que "Hartón" y "Hondureño enano") y finalmente **LA ALTITUD** : menos de 1100 msnm es desfavorable para un buen desarrollo vegetativo. El manejo y las plagas y/o enfermedades tienen un papel secundario en la variación analizada.

Detalles de las 10 mejores distancias del nivel 1 en la segmentación sobre la variación de circunferencia (los 10 factores que explican más la primera dicotomía en dos grupos) :

Factor	Efectivo	Modalidades	Efectivo	Modalidades	R.C.*
K limbo	39	1-2	126	3-4-5	0,49
P limbo	30	1	135	2-3-4	0,42
K limbo	13	1	152	2-3-4-5	0,41
P limbo	68	1-2	97	3-4	0,40
K limbo	89	1-2-3	76	4-5	0,39
Variedad	19	3-4	146	1-2	0,38
Mg limbo	143	1-2-3-4	22	5	0,35
K limbo	139	1-2-3-4	26	5	0,32
Mg limbo	122	1-2-3	43	4-5	0,31
B limbo	18	1	147	2-3-4	0,29

\* relación de correlación.

Figura 100. ARC general sobre número de dedos

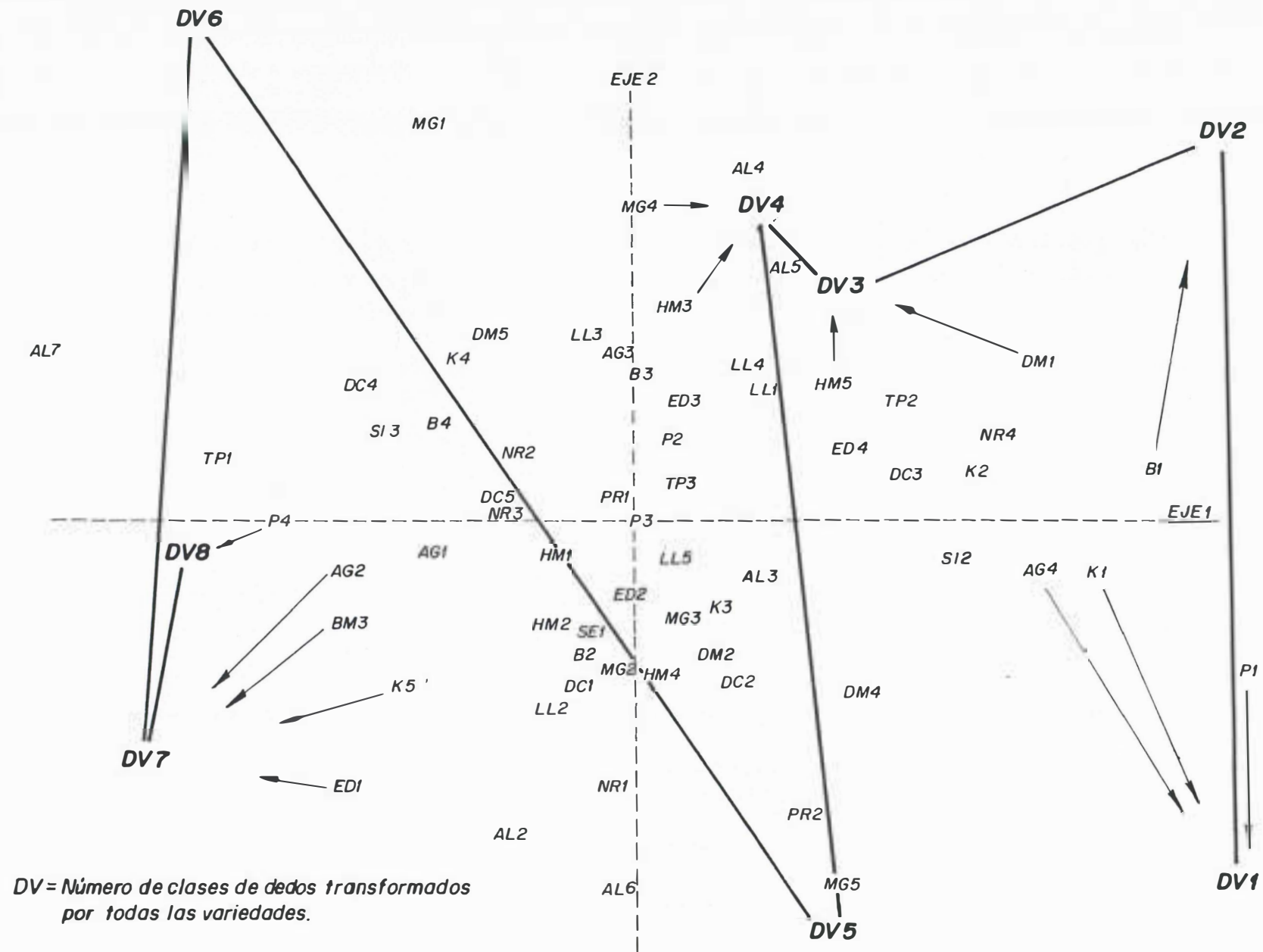
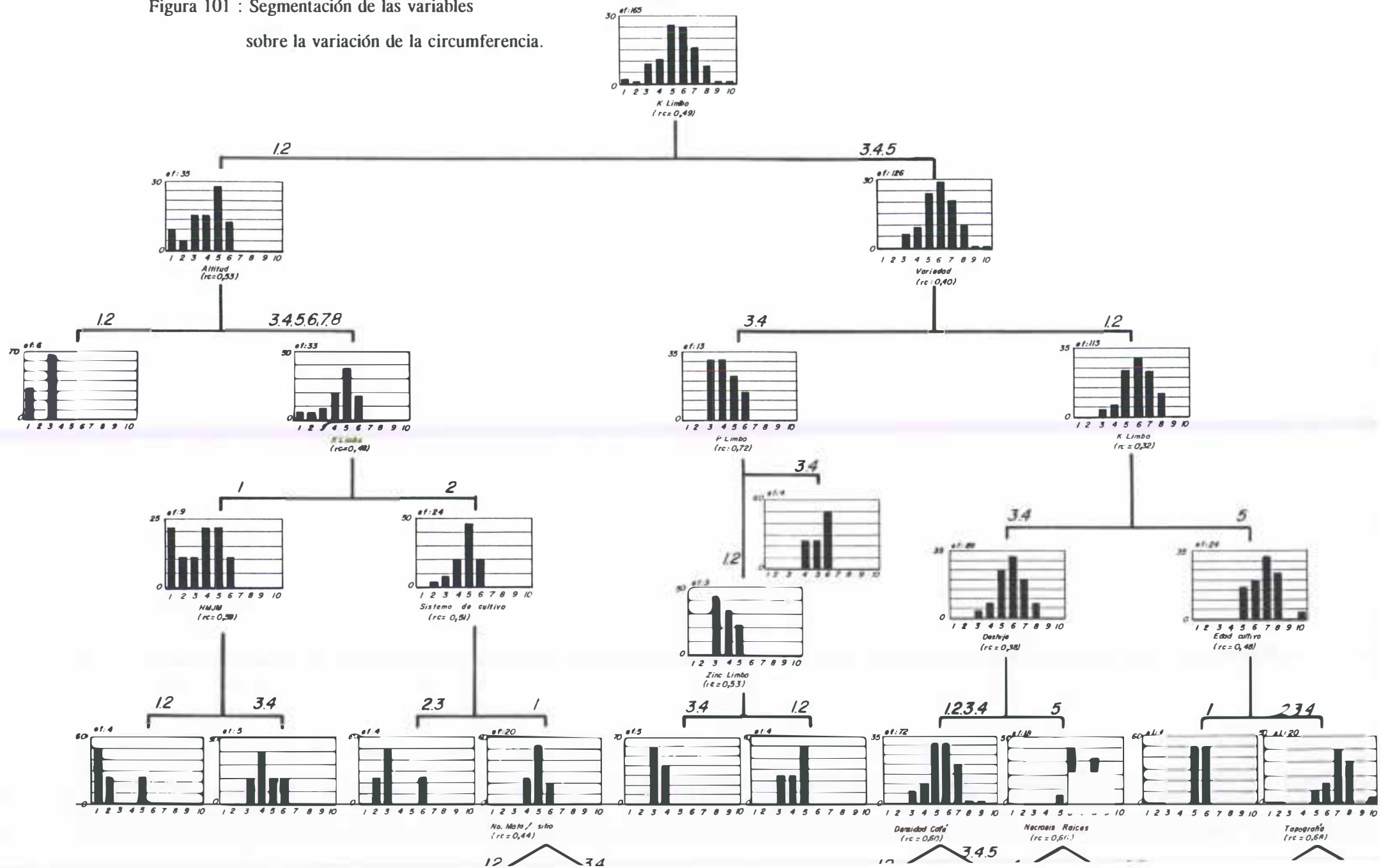


Figura 101 : Segmentación de las variables  
sobre la variación de la circunferencia.



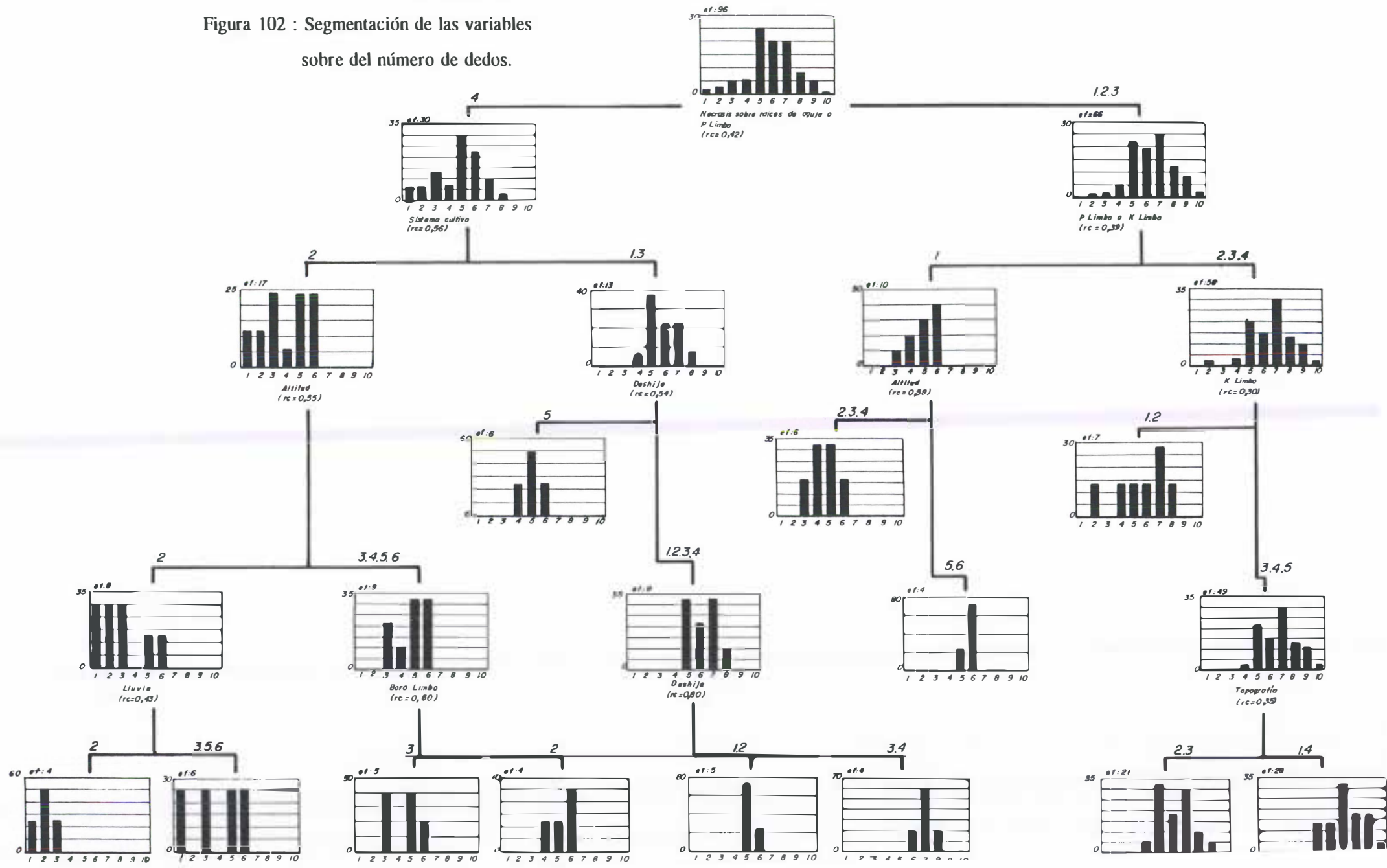
Esos factores ponen bien en evidencia el papel de la nutrición en la variación de circunferencia (crecimiento y desarrollo vegetativo), y también resalta otra vez la importancia del fósforo en las hojas.

#### 5.6.2 Segmentación de las variables sobre la variación del número de dedos (variedad "Dominico-hartón") (Figura 102) :

Los primeros factores limitantes que explican la variación del número de dedos son también **DE ORDEN NUTRICIONAL** : K y P, y también la sanidad de las raíces; en segundo orden el **MANEJO** y **LA ALTITUD** que debe ser mayor de 1200 msnm (en relación con suelo y lluvia menos propicios, más presión de plagas (picudo,...) y enfermedades (bacteriosis,...); sin embargo, las plagas y/o enfermedades (como variables separadas) aparecen en los últimos niveles.



Figura 102 : Segmentación de las variables  
sobre del número de dedos.



## **VI. VALORACION DE LOS RESULTADOS.**

Después de tres años en el desarrollo del proyecto y de un análisis minucioso de los resultados biométricos por expertos de las dos instituciones comprometidas en esta encuesta-diagnóstico, se tienen recomendaciones que se pueden considerar de dos ordenes :

- Recomendaciones de tipo práctico para los servicios de extensión.
- Definición de temas precisos de investigación a desarrollar.

### **6.1 Recomendaciones generales y practicas, para el mejoramiento del cultivo de plátano en la zona.**

Esta serie de planteamientos se apoya, además de los resultados analíticos de la encuesta, en los avances de la investigación anterior en plátano al nivel local, regional e internacional.

#### **6.1.1 Objetivo de la producción :**

- No hay grandes diferencias en la tecnología a utilizar, según el objetivo, que puede ser: subsistencia (autoconsumo) o venta.
- **No hay un sistema de cultivo "mejor que otro"**, en el sentido de la expresión del potencial de producción por planta, bajo las mismas condiciones ecológicas.
- Las diferencias son de orden **económico**, en inversión, insumos, mano de obra, mercadeo, etc...

#### **6.1.2 Condiciones ambientales :**

##### **a. Clima :**

Tiene relación con la **altitud** : temperatura, evaporación, luminosidad principalmente.

- El **limite superior** para la expresión del potencial productivo para cualquier variedad, es de **1800 msnm**; no hay limite hacia abajo, esto no implica que en caso de autoconsumo, no se recomienda tener plátano a mayor altitud.
- **Lluvias** : en general, **no hay limitación** en la zona cafetera: son poco frecuentes los periodos de sequía prolongada.  
Un exceso (más de 3000 mm/año), propicia problemas sanitarios (necrosis de raíces), de lixiviación de elementos nutritivos en los suelos y de asfixia al nivel de raíces; se limita la duración a dos cosechas máximo (caso de algunas partes del oriente de Caldas).

##### **b. Suelos :**

- Los **suelos derivados de cenizas volcánicas**, son en general **los mejores**; favorecen la expresión del potencial de producción.

- **Influye más la presencia de una capa de materia orgánica** (mínimo 30 cm con 4 hasta 5 %) y buenas propiedades físicas.
- Zonas donde los suelos no tienen estas características, no propician una buena producción, o, implica más costos y cuidados.

**c. Pendiente :**

El nivel o la orientación de la pendiente **no tiene influencia** en la producción "per se"; sin embargo implica practicas contra la erosión y el soporte de racimos.

**6.1.3 Población :**

Hasta 1500-1800 plantas/ha, no hay reglas ni arreglo especial.  
Más de 1800 pl/ha, se requiere un manejo especial y más inversión.

**6.1.4 Duración :**

**A mas densidad, menos ciclos de producción; así :**

- 2000 a 3000 pie/ha : dos a tres ciclos.
- mas de 3000 pie/ha : un ciclo.
- menos de 1600 " : indefinido.
- 1600 a 2000 pie/ha : según clima y suelo.

**6.1.5 Variedades :**

- No hay grandes diferencias entre variedades en términos de poder de expresión del potencial de producción.
- El primer factor para la elección depende de la finalidad de la producción :
  - **comercial** : significa para el mercadeo usar el "**Dominico-hartón**" en la mayoría de la zona.
  - por el autoconsumo : según las preferencias.
- La variedad "Dominico-hartón enano", aparte de la ventaja de su tamaño, tiene dos desventajas : muestra una gran variación fenotípica en los racimos lo que significa más bajo precio actualmente; además, exige una selección de semilla muy estricta, sabiendo que generalmente esta infestada de nematodos muy patógenos, loque limita la expresión de su potencial de producción.
- La variedad "Hartón" tiene un buen mercado (nacional e internacional - exportación), pero parece ser más exigente en termino de suelo para la expresión de su potencial de producción (peso de racimo y calidad) encima de los 1300 msnm.

### 6.1.6 Material de siembra :

- La costumbre muy generalizada de usar el llamado "tipo **aguja**" (60-120 cm y hojas estrechas) es **bueno en todos los casos**.
- Otros materiales : cepas, más rápido desarrollo que las "agujas" pero más dispendioso (costoso); en cuanto a los "orejones", no hay argumentos para recomendarlos, aunque parece que en la unidad "Montenegro", este material se comporta bien (I.C.A).
- No hay influencia de la época de arranque (fase lunar).
- La costumbre de cortar el seudotallo de la "aguja" encima de su cepa, facilita el manejo, pero no significa ventaja alguna en producción o precocidad.
- El "**pelado superficial**" (menos de 1 cm), es **esencial para el control sanitario** que debe ser muy estricto : descartar toda semilla sospechosa : pudrición, malformación, color diferente al blanco crema, etc...
- El tratamiento químico no tiene ninguna ventaja si la selección ha sido rigurosamente hecha.

### 6.1.7 Siembra :

- En suelos muy sueltos y con buena capa orgánica, no hay recomendación especial para el tamaño del hoyo; debe ser proporcional al de la semilla.
- En suelos más pesados debe ser por lo menos de 40x40x40 cm.
- El llenado del hoyo depende del tipo de suelo : si la capa orgánica es gruesa, no hay procedimiento especial, pero si es pequeña, se debe agregar cualquier tipo de materia orgánica descompuesta (pulpa de café, gallinaza, estiércol, etc...).
- No se recomienda el uso de "calfos", y en algunos casos puede ser contraproducente para el equilibrio catiónico
- A menor profundidad de siembra, menos trabajo (costo) y ninguna desventaja; al menos debe enterrarse todo el rizoma. A más profundidad, más costo y mayor riesgo de pérdida de la semilla (pudrición, asfixia).
- Posición : normal, con la yema hacia arriba.



### 6.1.8 Manejo :

#### a. Practicas importantes :

La costumbre muy generalizada del agricultor de hacer lo que se denomina "arreglo" : deshoje, deshije, destronque, desguasque y deshierba en forma simultanea, es muy recomendable; sin embargo, el peso de cada componente es muy diferente.

##### - El deshije :

Es la **practica fundamental** : debe consistir en mantener una población sana, vigorosa y productiva en el tiempo; dos o tres tallos productivos por sitio deben conservarse, cuando la población es menor de 1000 sitios/ha.

La desviación de esta regla, disminuye bastante la producción por:

- \* competencia (luz, nutrientes),
- \* reducción del peso de racimos,
- \* reducción de la vida útil del cultivo,
- \* degeneramiento de los brotes (yemas), etc...

Según la encuesta, esta practica es fundamental en la variación y mantenimiento de la producción.

##### - La desyerba :

Tiene un gran papel en la producción por la gran competencia de las malezas.

- Deshoje, desguasque y destronque no tienen influencia en la producción; sin embargo, en situaciones críticas por sigatoka amarilla, se ha comprobado el papel del deshoje en la reducción del inóculo.

#### b. Otras practicas :

- Apuntalamiento : es necesario en áreas con pendientes o vientos fuertes.
- Desbellote : con la variedad "Dominico" solamente, mejorar el llenado de dedos, aunque no de forma importante.
- La picada del seudotallo : facilita la descomposición y mantiene la materia orgánica.
- Destronque gradual : ésta practica no tiene importancia.

### c. Control de malezas :

- Las malezas compiten especialmente los 5-6 primeros meses por nitrógeno; por eso es muy importante controlarlas.
- El "plateo" (manual) es necesario y la desyerba total es recomendable.
- El sistema de control (manual, químico, mecánico, etc...) depende mas de los recursos.
- Los herbicidas deben usarse con cuidado y según el complejo de malezas, se recomiendan:
  - Paraquat (Gramoxone) : 2.5 l(p.c)/ha
  - Glufosinate (Basta) : 2.5 l/ha
  - Oxyfluorfen (Goal) : 3.5 l/ha
  - Fluazifop-p-butyl (Fusilade) : 2 l/ha
  - Glyphosate (Roundup) : 2 l/ha

### 6.1.9 Fertilización (Generalidades) :

- El **mantenimiento de un buen nivel de materia orgánica debe ser la prioridad número uno.**
- **Un contenido de materia orgánica mayor del 5 % reduce los gastos de fertilización en cultivos comerciales, y en la mayoría de los casos no implica uso de fertilizantes.**
- **Las respuestas a la fertilización son muy variables, y en muchos casos ineficientes.** En producción comercial, es indispensable a la siembra y mínimo cada dos años, **análisis de suelo y/o foliar.**
- **La fertilización presupone : un buen manejo agronómico y mantener un sistema radical sano.**
- **Nitrógeno : no aplicar con más del 5 % de materia orgánica.**
- **Fósforo : no aplicar con más de 8 ppm (P ass.); si es el caso, usar roca fosfórica o calfos a la siembra.**
- **Potasio : no aplicar si hay más de 0.35 meq/100 gr (la mayoría en la zona), usar : cloruro o sulfato de potasio : 100-200 gr/sitio/año**
- **Magnesio : elemento al que hay respuesta más segura. Usar :**
  - \* óxido : 50-100 gr/sitio/año en dos aplicaciones.
  - \* carbonato : 70-120 gr/sitio/año    "        "
  - \* sulfato : 150-200 gr/sitio/año    "        "

**TABLA 5. PROPUESTA DE NORMAS PARA REPORTES E INTERPRETACION DE ANALISIS QUIMICO DE SUELO Y FOLIAR PARA PLATANO**

		SUELO				FOLIAR*	
Anterior		Propuesta					
		mini	maxi	mini	maxi	mini	maxi
pH		5.0	6.5	5.0	6.5		
M.Org.(%)		5.0	10.0	3.0	20.0	N (%m.s)	2      4
P (ppm)		15	30	15	50	P "	0.15    0.25
K (m.eq)		0.30	0.40	0.35	2.00	K	2.50    5.00
Ca (m.eq)		3.0	5.0	3.0	5.4	Ca	0.34    1.00
Mg (m.eq)		1.0	1.5	1.3	3.0	Mg	0.20    0.50
K/Mg	ausente			0.1	0.25	K/Scat (%)	50      70
						Ca/Scat	35      50
						Mg/Scat	15      25
						S (%m.s)	0.20    0.30
						Fe (ppm)	80      250
						Mn	80      1000
						B	8        16
						Zn	6        25
						Cu	5        15

\* Foliar : 1/2 limbo interno, hoja III a la floración (manos descubiertas).

**Interpretación (análisis de suelo) :**

M.org. < 3% : aporte de cualquier tipo de M.org. bien descompuesta (gallinaza, pulpa, estiercol, etc...).

P < 15 ppm : 100g de roca fosfórica a la siembra.

K < 0.35 m.eq : 50 hasta 100g de K<sub>2</sub>O/mata en 2 aplic./año más 15 hasta 30g de MgO/mata (2 aplic./año) si los contenidos en Mg son normal.

Mg < 1.3 m.eq : 15 hasta 30g de MgO/mata en 2 aplic./año :

Oxido si la deficiencia es fuerte  
Carbonato si deficiencia moderada  
Sulfato si deficiencia menor

- Relación K/Ca/Mg : importante para el equilibrio catiónico; debe buscar mantener una proporción 1-6-2 en el suelo.
- Microelementos : hay indicios de problemas con azufre, boro y zinc, pero no hay recomendación actualmente.
- En general la mejor recomendación en la zona es potasio y magnesio; **no se justifica usar formulas compuestas**, la fertilización usada para el café es muy desequilibrante para la nutrición del plátano, sobre todo en la relación potasio/calcio.
- Los resultados de ésta investigación permitieron refinar el sistema de interpretación del análisis de suelo para plátano (Tabla 5).

#### 6.1.10 Plagas y enfermedades :

Tienen un mínimo papel como limitantes en la producción actualmente.

##### a. Sigatoka amarilla :

Se ha demostrado (Capítulo II) que afecta la producción; además, en las actuales condiciones de mercado no se justifica el control químico; el deshoje puede ser recomendable para reducir el inóculo.

##### b. Sigatoka negra :

Actualmente es una grave amenaza; se estima que afectara severamente (Figura ), así :

- Caldas centro y Risaralda : abajo de 1200 msnm.
- Oriente de caldas y Tolima : abajo de 1350 "
- Quindío : abajo de 1260 "

Actualmente se estudian sistemas de manejo práctico y económico.

##### c. Picudo negro :

Esta limitado por altitud (alrededor de 1500 msnm). En caso de altas infestaciones se debe sugiere trampas con insecticida : Aldicarb (muy eficiente pero perigroso), Pyrimiphos-ethyl, y mantener buen control de malezas.

##### d. Nematodos :

Se detectó la presencia de dos especies muy patógenas : *Pratylenchus sp* y *Radophulus similis*. Se sugiere erradicación en los casos de *Radophulus* y rotaciones de cultivo para *Pratylenchus*.

Prohibir totalmente el uso de semillas de las fincas afectadas.



e. **Bacteriosis :**

Basta la practica sencilla de no herir el seudotallo en el deshoje o cosecha.

f. **Gusano tornillo :**

Como es esporádico y localizado, se sugiere destruir plantas afectadas y las larvas encontradas.

**6.1.11 Conclusiones :**

La encuesta ha permitido, en cierto sentido, **desmitificar el cultivo** en la zona; para mantener una buena producción es suficiente :

- **Sembrar** preferiblemente en suelos volcánicos, aunque es más importante la **materia orgánica**.
- La mejor semilla es la **"aguja"**.
- Una selección rigurosa de la semilla y el **"pelado superficial"**, son mejores que cualquier agroquímico.
- Dos practicas son claves en el manejo : **control de malezas y deshoje**.
- La mejor fertilización : **potasio y magnesio** en relación 3/1 (3 K<sub>2</sub>O/1 MgO).
- El control de la sigatoka amarilla, no es justificable.
- En caso de problemas sanitarios, hay soluciones eficaces.

Como el potencial productivo es muy alto en condiciones naturales, agronómicamente poco se lograría con algo diferente de lo anterior.

## **6.2 Definición de temas pertinentes de investigación** (propuestas a desarrollar):

La encuesta-diagnóstico puso en evidencia la existencia de problemas nutricionales y puntualmente de necrosis radicales, para los cuales no hay soluciones debido al desconocimiento de los elementos involucrados; se propone entonces investigar sobre esos temas en relación con las variaciones pedoclimáticas que podrían influir sobre el comportamiento del cultivo.

### **6.2.1 Componente nutricional :**

#### **a. Estudio sobre las propiedades físicas de los principales suelos (andosoles):**

- Caracterización de las arcillas : composición, propiedades de retención, adsorción, etc... (principalmente alofanos).
- Comprensión del proceso de "andolización" y sus implicaciones prácticas (alteración bioclimática, evolución).
- Caracterización estructural de las grandes áreas pedológicas respecto de la colonización de las raíces. Estudio de perfiles de cultivos.
- Ampliación de estudios sobre aspectos de : macro-micro porosidad, densidades, percolación y relación con la materia orgánica.

#### **b. Estudios sobre las propiedades químicas de los suelos :**

- Caracterización de las propiedades de intercambio catiónico.
- Caracterización de coeficientes de selectividad de potasio, respecto de otros cationes (Ca, Mg).

#### **c. Estudios sobre la nutrición :**

- Efecto de la nutrición catiónica sobre la asimilación del potasio, buscando subir el límite de 0.35 meq de  $K_2O$  asimilable; ensayos con dosis diferenciales de  $K_2O$  y  $MgO$  en dos suelos : "Chinchiná" y "Montenegro".
- Determinación precisa de la proporción catiónica asimilable requerida por la planta : análisis suelo-foliar respecto de parámetros de crecimiento vegetativo y producción.
- Determinación del nivel de micorización y de su papel en la nutrición (fosforica principalmente pero también sobre los cationes y otros elementos o microelementos).
- Determinación de la posible deficiencia de azufre y su papel sobre la producción.
- Estudios de respuesta a la fertilización con boro, zinc y azufre.

- Estudio de la dinámica de cationes en relación con los tipos de suelo y el clima (cantidad de lluvia y altitud) para la determinación de un plan de fertilización.
- Mejoramiento del modelo computarizado de interpretación del análisis de suelo y foliar.

#### d. Estudios sobre el parasitismo radical, para una mejor nutrición:

- Inventario de la microflora/fauna asociada al complejo raíz- suelo : comparación entre zonas con y sin problemas.
- Interacción con el cultivo asociado : café.
- Impacto de los principales nemátodos : comparación entre zonas con alta y baja población en la misma situación ecológica.
- determinación de sistemas de lucha contra nemátodos; *Pratylenchus* y *Radophulus* especialmente.

### 6.2.2 Componente parasitaria :

#### a. Nemátodos :

- Caracterización exacta de las áreas con *Pratylenchus* y *Radophulus*.
- Caracterización de especies (taxonomía-Inglaterra).
- Dinámica de poblaciones.

#### b. Cercosporiasis (*Mycosphaerella fijiensis*):

- Mejoramiento de los sistemas de lucha, manejo integrado, mínimo uso de fungicidas.
- Desarrollo de sistemas de pronóstico bioclimático.
- Continuación de los estudios epidemiológicos en *M. fijiensis*.
- Definición más precisa de un mapa de riesgos para *M. fijiensis* en la zona según microclima y hospedantes.

### 6.2.3 Componente germoplasma :

- Comportamiento multilocal de las introducciones en comparación con los clones locales.
- Nuevas introducciones tolerantes a la sigatoka negra desde la FHIA, EMBRAPA, y CIRAD-IRFA.

## **VII. CONCLUSION.**

Al cumplirse los objetivos propuestos, la encuesta-diagnóstico permitió la **evaluación agronómica y sanitaria del cultivo** de plátano en la zona cafetera central, y la **identificación de factores limitantes**, aunque también se demostró que el nivel de limitación no es muy importante por las excelentes condiciones pedoclimáticas que existen. De todas maneras, a diferencia de lo que han venido pensando agricultores y técnicos que identifican los problemas con : viento (arranque/volcamiento), picudo negro y sigatoka amarilla en orden de importancia, la situación ahora es diferente, ya que los problemas son de otra naturaleza : **nutrición, falta de manejo y necrosis radical** en orden jerárquico. La idea preconcebida de graves problemas sanitarios en el cultivo ya no puede ser sostenida pues su papel contra la producción resultó mínimo.

Las consecuencias de estos resultados, son de dos ordenes : de un lado, **una serie de recomendaciones practicas** para los extensionistas, donde se destaca la "simplificación del manejo" y el replanteamiento de la fertilización; por otro lado, un enfoque objetivo a **la futura investigación** minimizando aspectos, como la sigatoka amarilla tradicionalmente objeto de mucho esfuerzo.

La diversidad de problemas encontrados permitió enriquecer el campo de la investigación y desde luego dar mejor posición técnica al cultivo de plátano; adicionalmente el aporte metodológico ha sido de gran importancia por sus posibilidades de aplicación en otros cultivos o situaciones.

Finalmente, la **participación multidisciplinaria** de investigadores de varias instituciones ha sido determinante para el éxito de este tipo de estudios.



## C A P I T U L O II

### ESTUDIOS SOBRE CERCOSPORIASIS

#### **I. SIGATOKA AMARILLA (*MYCOSPHAERELLA MUSICOLA*).**

Es conocido que el subgrupo "plátano"(AAB) es muy tolerante a esta enfermedad, sin embargo los estudios conocidos a nivel internacional fueron adelantados en zonas bajas (< 500 msnm), sin conocer unos estudios realizados en Colombia desde los años 70 (informe ICA, facultad de agronomía de Caldas). Más recientemente Stover 1983, Fouré-Lescot 1988 observaron un comportamiento atípico de la enfermedad sobre el cultivo en altitud > 500 msnm ; un secamiento prematuro del follaje bastante fuerte, que presupone efecto sobre la fotosíntesis, es decir sobre la producción. Algunos expertos han dado cifras de reducción de peso muy importantes.

Se planteó, entonces, estudiar más en detalles la epidemiología, la influencia del ambiente (clima), el efecto sobre la producción, el nivel de sensibilidad de las variedades de musáceas comunes en la zona, y sistemas de manejo.

Los trabajos de investigación se partieron entre el IRFA/CIRAD, Cenicafé y el ICA (regional 9).

#### **1.1 Epidemiología de *M.musicola* en varias condiciones de altitud.**

Las características epidemiológicas de *M.musicola* fueron estudiadas en diez sitios diferentes de la zona, desde 1000 hasta 1600 msnm.

El **período de incubación** estimado (sin inoculación) varía bastante según la altitud (temperaturas) y las épocas del año (precipitación y humedad relativa) : desde 16 días (mínimo promedio a 1000 msnm) hasta 160 días (máximo promedio a 1600 msnm).

La acción de las temperaturas, en relación directa con la altitud, y la humedad ambiente son evidentes en forma general, aunque parece que hay otros factores a nivel local que intervienen, tal como la presión de inóculo y/o el vigor del desarrollo vegetativo (variación de nivel de "fertilidad" de los suelos).

El **período de latencia** (estimado : hasta el estado "necrosis") presenta el mismo comportamiento : varía desde 35 hasta 140 días en promedio y, por consecuencia, el **período de evolución** (desde la aparición de primeros síntomas -estado n°1- hasta el estado "necrosis"-n°5-, = producción de ascosporas) desde 18 hasta 34 días en promedio, pero puede alcanzar hasta 200 días en épocas desfavorables.

En condiciones naturales (sin control químico), **la diseminación del hongo se hace principalmente por ascosporas** (órgano de reproducción sexual) que es el modo más abundante y más peligroso en cuanto a su diseminación, principalmente por los movimientos de aire (vientos).

El **número de cuerpos fructíferos** (esporodoquios, espermogonios y peritecios) es más importante en el envés que en el haz: fué encontrado desde 0 hasta 650 esporodoquios (300 en promedio) por lesión en el envés, y desde 0 hasta 300 en el haz, según las condiciones climáticas. La proporción promedia entre el envés y el haz es de 8 por 1.

El **estado de evolución (EE)**, parámetro que mide la evolución de la enfermedad en relación con el desarrollo de la planta (ritmo de emisión foliar), varía también bastante : desde 0 hasta 3800 según los sitios y las épocas.

En promedio, la acción de las temperaturas (altitud) (Figura 103) no es tan notable como sobre los períodos de incubación o de latencia, el estado de evolución es alto a baja altitud (1010-1050 msnm), disminuye progresivamente con la altitud hasta 1320 msnm, pero después tiene la tendencia de subir un poco hasta 1600 msnm.

En los dos sitios del departamento del Quindío (Paraguaicito : 1250 msnm y El Agrado : 1350 msnm) el estado de evolución es bastante alto, alrededor de 2000; la explicación puede ser la alta presión de inóculo en la zona debido a la gran extensión del cultivo.

Hay diferencias de comportamiento del subgrupo "plátano" según los pisos térmicos frente al hongo : gran tolerancia al nivel del mar, alta susceptibilidad alrededor de 1000 msnm, gran tolerancia alrededor de 1300 msnm y tolerancia mediana a mayor altitud (1500-1600 msnm): las diferentes reacciones expresan cambios en los mecanismos de defensa, que se podrían atribuir a una respuesta fisiológica según el medio ambiente, suelo en particular.

Durante el año, también existe una variación bastante amplia (Figura 104), pero esta variación parece muy relacionada con la distribución de lluvias : en general, los meses más lluviosos (invierno) son abril-mayo y octubre-noviembre, y los más secos (verano) son julio y enero: las curvas de estado de evolución varían con este ritmo pero con una diferencia de aproximadamente dos meses (tiempo de respuesta), es decir que los picos de infestación son Junio-Julio y Diciembre-Enero, y de baja infestación : Septiembre y Marzo.

Las relaciones con otros parámetros climáticos (evaporación, radiación solar,...)

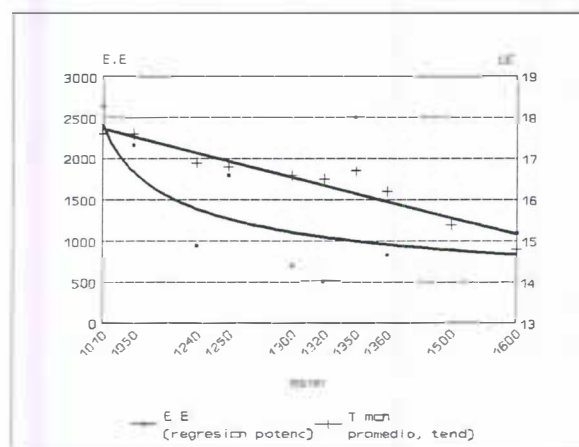


Figura 103

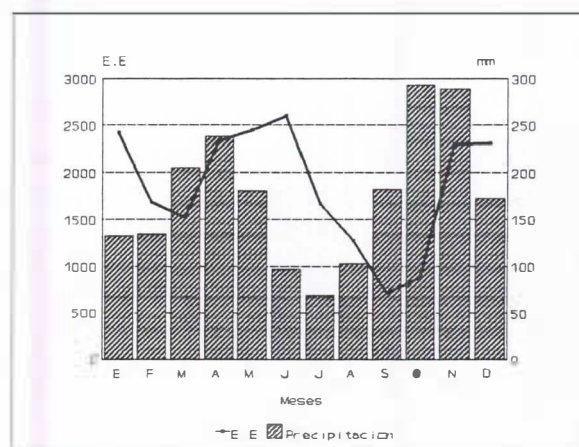
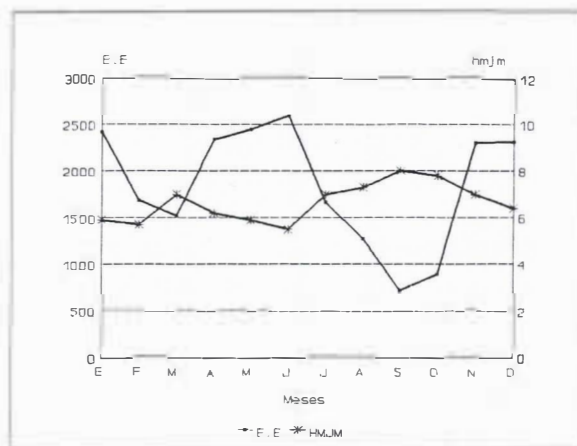


Figura 104

son débiles y no parecen limitantes al desarrollo de la enfermedad.

**La hoja más joven manchada (hmjm = YLS)**, otro parámetro que indica el nivel de infección, varía también bastante según los sitios y las épocas : el rango va de la hoja 5 y la 10, con un promedio de 6.5 (encuesta-diagnóstico, sobre 5000 observaciones). Las variaciones son similares a las del estado de evolución, pero la amplitud es menor; quiere decir que este parámetro es de menor sensibilidad que el estado de evolución (Figura 105).



**Figura 105**

El número de manchas por hoja, en general hasta en los casos de infección alta, es muy baja en comparación con las infecciones de los cultivares del subgrupo "Cavendish"

(altamente susceptible) o con la enfermedad de raya negra: si la (hmjm) está en la posición 7, es muy frecuente ver la hoja n° 9 con menos del 25% del área foliar necrosada (sin clorofila); el necrosamiento de las áreas foliares es lento y el número de pizcas/manchas por unidad de superficie es bastante bajo.

A la época de cosecha, la (hmjm) es de rango 0 hasta 2, con la misma observación sobre la área necrosada.

## 1.2 Efecto sobre la producción.

Las observaciones en zonas bastante afectadas por la sigatoka amarilla como en el departamento del Quindío muestran racimos de buen peso (17-20 kg), van en contradicción a las observaciones de intensidad de infección en el cultivo, que indicarían ser un limitante importante.

Siete pruebas en campo fueron desarrolladas en distintos ecotopos representativos de la zona, para conocer el real efecto de la enfermedad en la producción.

Cada prueba tuvo cien matas de la variedad "dominico-hartón" (la más común en la zona), sin repetición y con el siguiente manejo :

- 50 matas fueron tratadas con un fungicida sistémico de gran eficiencia contra las cercosporiasis, del grupo de los triazoles : el triadimenol, formulado como granulado para aplicación al suelo; este producto ha dado resultados excelentes en otras condiciones (Africa especialmente) : protección casi total contra la enfermedad durante tres meses, a la dosis de 0.5 gr. i.a/sitio.
- 50 matas sin tratamiento con fungicida, como testigo.

La repartición espacial es completamente al azar, donde las plantas con y sin tratamientos se alternan en cualquier dirección, evitando posibles "focos" de infección. El manejo fué igual en todos los lugares : deshierba y deshije principalmente y una fertilización mínima según las

necesidades (análisis de suelo en cada lugar).

Por cada tratamiento se eligieron al azar 10 matas a donde se midió semanalmente :

- el ritmo de emisión foliar,
- el estado de evolución de la enfermedad,
- la hoja más joven manchada,
- el número de hojas vivas.

Por cada tratamiento y cada ciclo de producción, y sobre todas las matas se ha tomó el número de manos, de dedos, el peso de racimo y las fechas de recolección, para una prueba de "t" (comparación de medias).

Adicionalmente se tomaron los datos meteorológicos de las estaciones de cada lugar para análisis de influencia de cada parámetro meteorológico.

TABLA 6. Resultados de los parámetros epidemiológicos en dos años para la primera cosecha:

Lugar	Altitud	EE-test	EE-trat	hmjm-test	hmjm-trat
Santagueda	1010	3111	2553	6.2	6.5
Paraguaicito	1250	2428	802	6.0	7.0
El Agrado	1300	2494	1585	6.2	7.1
Cenicafé	1310	850	608	7.3	8.1
Naranjal	1350	616	314	7.0	7.5
Albán	1500	984	778	8.9	9.3
El Jazmín	1600	977	452	7.4	7.5

Lugar	eficiencia* tratamiento	peso promedio (kg/racimo)		t
		testigo	tratado	
Santagueda	18 %	19.1	21.9	**
Paraguaicito	67 %	18.7	19.1	
El Agrado	36 %	16.7	16.7	
Cenicafe	30 %	17.0	17.5	
Naranjal	50 %	17.7	19.1	*
Albán	21 %	19.4	19.8	
El Jazmín	54 %	17.2	17.4	

\* eficiencia tratamiento (formula de Abott) :  $\frac{EE-test - EE-trat \times 100}{EE-test}$



TABLA 7. Resultados de los parámetros epidemiológicos para la segunda cosecha :

Lugar	Altitud	EE-test	EE-trat	hmjm-test	hmjm-trat
Santagueda	1010	2380	1496	5.3	6.8
Paraguaicito	1250	1969	1048	6.4	8.0
Cenicafé	1310	453	107	7.7	8.9
Naranjal	1350	770	500	6.9	7.7
Albán	1500	916	728	7.0	9.1
El Jazmín	1600	1246	428	5.7	6.8

Lugar	eficiencia* tratamiento	peso promedio (kg/racimo) testigo	tratado	t
Santagueda	37 %	21.8	22.0	-
Paraguaicito	47 %	22.6	21.4	-
Cenicafe	76 %	21.9	21.5	-
Naranjal	35 %	21.3	23.3	-
Albán	20 %	19.7	19.2	-
El Jazmín	66 %	15.7	16.8	-

\* eficiencia tratamiento (formula de Abott) :  $\frac{EE-test - EE-trat \times 100}{EE-test}$

### Discusión :

Como se ha visto en el anterior párrafo, el nivel de intensidad de la enfermedad ha sido bastante heterogéneo en la zona y también de uno a otro periodo.

En todas las parcelas hubo efecto significativo del fungicida sobre la enfermedad (tablas 6 y 7) sin embargo, la eficacia ha sido muy variable : el triadimenol aplicado al suelo actuó bien sólo en Paraguaicito y en El Jazmin, menos en los demás, por lo que se decidió cambiar el tratamiento por líquido al suelo (drench) y foliar en el segundo ciclo, con lo cual se mejoró la eficacia.

Situaciones casi similares se presentaron en los distintos lugares con relación al efecto de la enfermedad sobre la producción, para dos cosechas: en la primera, hubo efecto solo en las localidades de Santagueda y Naranjal (sin real efecto del tratamiento en el primer lugar) mientras en la segunda, no hubo en ninguna de ellas. La primera cosecha no dió total claridad sobre este punto, aunque en cinco de siete sitios no hubo efecto sobre la producción; el nivel bajo de infección y la poca eficacia del tratamiento solo permitirían sospechar un debil efecto de la enfermedad sobre la producción.

La situation parece clara en la segunda cosecha : no hubo efecto significativo en ningún lote a pesar de de la buena eficacia del tratamiento : diferencias de 1,1 a 1,5 en hojas manchadas a la floración en lugares con alta infección; esto permite afirmar que ***M. musicola* realmente no afectó la producción** del Dominico-hatón en la zona y que, entonces **no necesita control alguno para ésta enfermedad.**

### 1.3 Sistema de manejo de la sigatoka amarilla.

Se inició esta experimentación antes de conocer los resultados anteriores, según estudios que identificaban la enfermedad como limitante importante en la zona.

Varios ensayos se adelantaron en la zona para comprobar la eficiencia de prácticas de cultivo (deshoje), sistemas de manejo (preaviso biológico) y uso de fungicidas. Se resumen los resultados de dos ciclos.

#### 1.3.1 Ensayo sobre sistema de manejo (La Luker, 1050 msnm).

La aplicación de fungicidas sistémicos (benzimidazoles y triazoles) en alta frecuencia o con el sistema de preaviso redujeron sensiblemente el nivel de infección y menos sobre la producción en comparación con el deshoje; las diferencias obtenidas no justifican económicamente su uso :

	EE	peso racimo
T1 : preaviso	887b	16,4a
T2 : deshoje	1572a	14,6b
T3 : control total	422c	15,8a

#### 1.3.2 Ensayo sobre sistema de manejo (Paraguaicito, 1250 msnm).

Se tienen las mismas conclusiones del ensayo anterior: todos los sistemas ensayados redujeron significativamente la enfermedad en las dos cosechas con relación al testigo, pero, como ya se sabe este efecto no se reflejó en producción con la excepción del deshoje al 1er ciclo. Como herramienta epidemiológica, es difícil interpretar la aplicación de algunos de ellos en la práctica, por la baja eficiencia que mostraron (25%):

Cyclo	Infección (EE)		Peso racimo	
	1°	2°	1°	2°
T1 : preaviso	1368	1505	21,13a	22,6a
T2 : triadimenol (hoja 12)	1386	1327	20,00a	20,5a
T3 : deshoje	1724	1415	17,10b	18,8a
T4 : control total	802	1048	19,11ab	21,4a
T5 : testigo	2428	1969	18,72ab	22,6a

### 1.3.3 Ensayo sobre sistema de uso de fungicida sistémico (El Tronio, 1240 msnm).

El fungicida sistémico (triazoles y benzimidazoles) mezclado en aceite agrícola (BSO, 20 L/ha), en aceite más agua (10 + 20 L/ha) ó en agua solo (40 L/ha) actúa en el mismo sentido, siendo superior al deshoje:

	EE	peso racimo
T1 : f. sistémicos + 20 L aceite/ha	334c	19,5a
T2 : " + 10L aceite + 20L H <sub>2</sub> O	427b	19,8a
T3 : " + 1L aceite + 40L H <sub>2</sub> O	414bc	19,8a
T4 : deshoje mensual	947a	16,6b

### 1.3.4 Ensayo sobre el uso de un coadyuvante (Carrier) al fungicida (La Luker, 1050 msnm).

El uso de este producto no modificó la actuación del fungicida, siendo innecesaria su utilización.

### 1.3.5 Ensayo con varias moléculas fungicidas (La Margarita, 1300 msnm).

Los productos ensayados (Triazoles : Fluzilazol, Propiconazol, Triadimenol; Benzimidazol: Thiabendazol; Derivado phtalico : Chlorotalonil) actuaron en forma significativa sobre la enfermedad, pero no justifica su uso de manera económica, ni siquiera la práctica de deshoje.

### 1.3.6 Ensayo sobre el deshoje.

Con el propósito de tener más informaciones sobre el efecto en la conducta de la planta de las prácticas de deshoje: se estudió el deshoje semanal dejando 4, 6 y 8 hojas permanentes hasta la emisión de la hoja n° 22 (para incluir el período de iniciación floral) sin intervenir sobre la emisión posterior, con un testigo (sin deshojar) :

peso de racimo (kg)

T1 : sin deshoje	11,7a
T2 : 4 hojas hasta la n° 22	11,6a
T3 : 6 " " "	11,4a
T4 : 8 " " "	10,9a

El deshoje "suave" hasta severo practicado durante la primera mitad de la vida vegetativa de la planta, no afectó la producción; la sanidad del sistema foliar durante la segunda mitad parece más importante: en éste sentido un tratamiento consistente en deshoje fitosanitario (supresión de las areas necrosadas) cada dos semanas, hasta la floración, redujó significativamente la enfermedad, pero no influyó en mejor producción.

#### 1.4 Comportamiento de la enfermedad sobre varios tipos de musáceas cultivadas.

Se ha visto que el comportamiento de la enfermedad varía sobre la misma variedad (dominico-hartón, plátano AAB) según la altitud (climatología) y la zona (concentración de cultivo = fuente de inóculo): es interesante conocer el comportamiento de otros tipos de musáceas cultivados en la zona, en diferentes situaciones pedo-climáticas frente a la sigatoka amarilla, y ver si algunas pueden ser fuente de inóculo importante para el cultivo de plátano.

Se eligieron siete clones :

- Gros michel AAA
- Bocadillo AA
- Guineo AAA
- Cavendish (Gran enano) AAA
- Dominico-hartón AAB
- Cachaco ABB
- Yamgambi AAA(resistente a la SA en baja altitud)

Y se evaluaron en cinco lugares, cuyas características climáticas aparecen en la tabla n° 8

- Santagueda 1010 msnm
- La Luker 1050
- Paraguaicito 1250
- Cenicafe 1310
- El Jazmín 1600

TABLA 8. Resultados del primer año (1991) de observación.

altitud (msnm)	1010		1050		1250		1310		1600
clones	EE	hmjm	EE	hmjm	EE	hmjm	EE	hmjm	EE
hmjm									
Bocadillo	1476	5.4	-	-	2852	5.8	1307	6.6	1845
5.4									
Guineo	1121	6.2	-	-	1356	7.6	611	7.5	1088
6.5									
Cavendish	2172	5.1	2869	5.9	2737	6.0	863	6.7	1448
5.3									
D-Hartón	1838	5.2	2254	6.8	2099	6.9	235	9.3	661
7.4									
Cachaco	-	-	1846	7.9	1431	9.2	199	12.5	544
9.0									
Yangambi	138	no	-	-	431	no	82	no	117
no									
G.michel	2166	5.2	-	-	3785	5.3	1393	6.4	1569
6.1									



En forma general, la tendencia según la altitud, es la misma observada en el plátano : alta infección a 1000 msnm y en el Quindío (Paraguaicito), baja infección a 1300 msnm y ligero aumento a 1600 msnm.

De otra parte, y salvo el caso del subgrupo "plátano", más susceptible en altitud, no hay cambios en las reacciones frente al hongo de los clones estudiados en altitud (Tabla 8 y Figura 106), como es ya bastante conocido al nivel del mar :

- alta sensibilidad del grupo AAA : Gros michel, Cavendish y Guineo, en orden decreciente,

- resistencia del clon "Yangambi" (resistencia completa; bloqueo de evolución al estado 2),

- alta sensibilidad del diploide "Bocadillo",

- mediana sensibilidad del subgrupo "plátano" (superior a la encontrada en baja altitud),

- baja sensibilidad del grupo ABB (Cachaco, Pelipita y Saba).

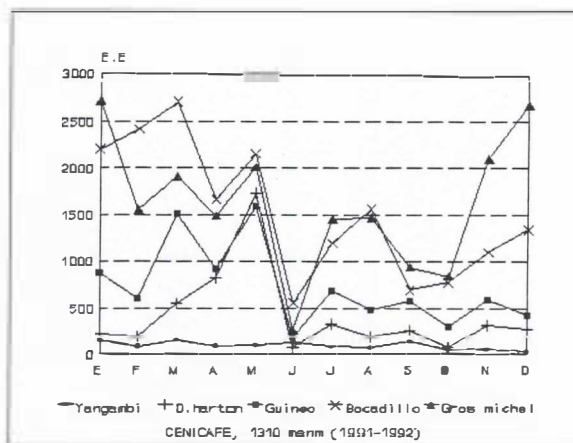


Figura 106

## 1.5 Conclusiones.

- Los estudios realizados confirman la **mayor susceptibilidad del subgrupo "plátano" (AAB) a *Mycosphaerella musicola* en altitud**, frente a su comportamiento a nivel del mar.

- Los estudios epidemiológicos permitieron precisar el modo de acción del hongo y la velocidad de desarrollo de la infección respecto al clima : los elementos claves identificados son la **temperatura y la precipitación** : como en la zona la temperatura disminuye con la altitud, la velocidad y magnitud de la infección disminuye en este sentido. Hay, sin embargo, áreas donde las plantas se muestran muy sensible sin relación con los elementos climáticos : se supone entonces un papel de tipo fisiológico (dinámica de nutrición, metabolismos,...?) cuya verdadera naturaleza no es conocida.

- No cabe duda que, a pesar del nivel de parasitismo que puede alcanzar *M. musicola*, en la zona, el efecto detrimental sobre la producción es casi inexistente : el plátano se comporta entonces como tolerante; ésto quiere decir que ninguna medida de control se debe aplicar para producir al menos con el actual sistema de mercadeo por racimo. En una comercialización por peso y calidad (en proceso de desarrollo) había necesidad de más información en relación con la rentabilidad de la práctica.

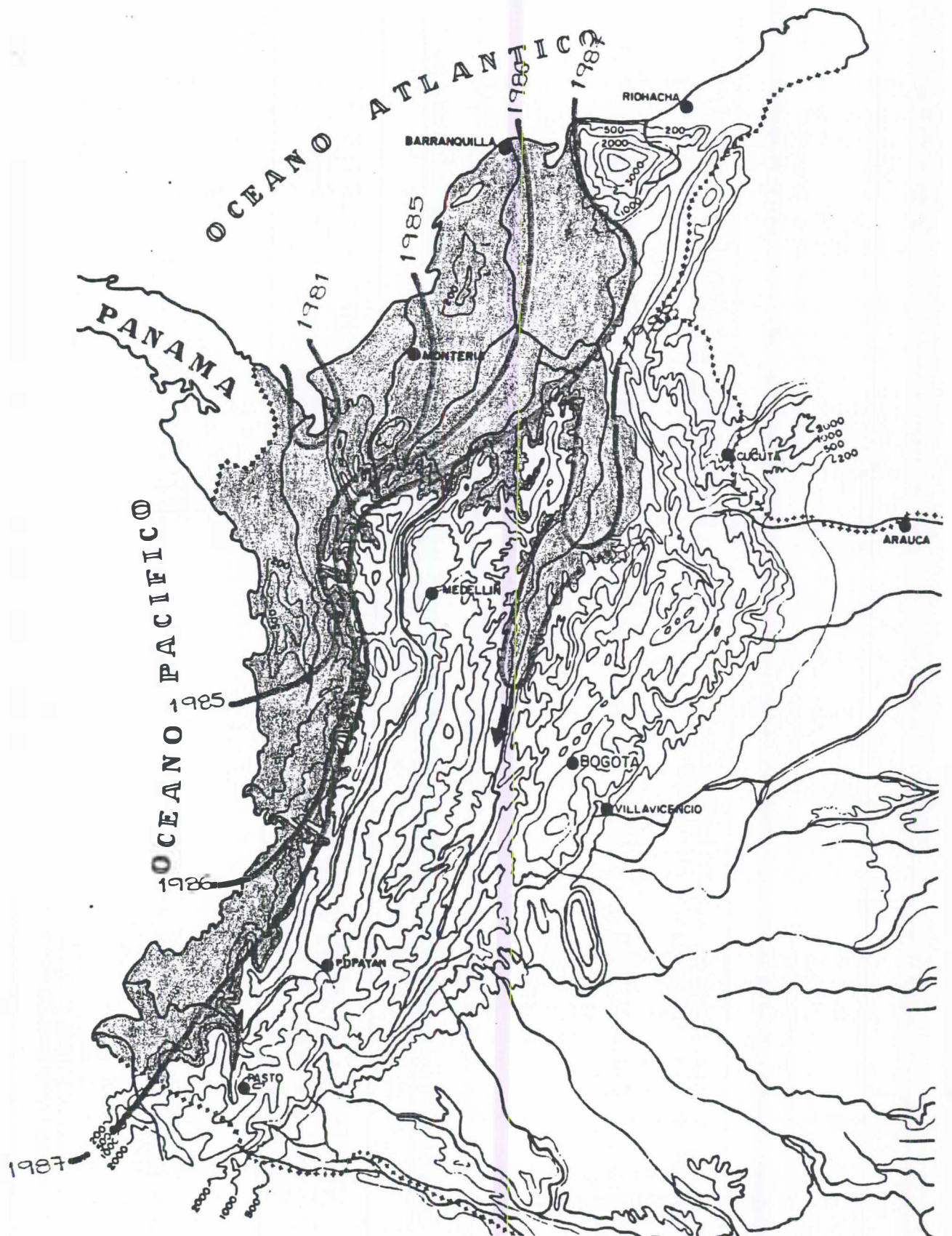


Figura 107 : Desarrollo de la Sigatoka negra en Colombia.



**Figura 108 : Prevision de la extension de la Sigatoka Negra.**



- El deshoje como práctica de manejo ha sido ampliamente difundida; sin embargo, no tiene justificación por el débil efecto de la enfermedad en la producción, además, la técnica bien realizada es difícil de transferirla y al inverso es riesgoso por la tendencia de incurrir en excesos por los agricultores. Así, mal aplicada puede ser más perjudicial que la enfermedad misma.

## II. SIGATOKA NEGRA (*MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS*)

### 2.1 Dispersión de la enfermedad en el país.

La figura 107 muestra la evolución y la distribución geográfica de la enfermedad desde su aparición en 1981 en la zona de Urabá. En los años siguientes se expandió por los litorales y valles interandinos de baja altitud, pero desde 1987 ha avanzado en altitud al rededor de las zonas cafeteras del interior del país.

La situación de la producción de plátano en esas zonas bajas es dramática, pues se ha reportado el abandono progresivo del cultivo por la caída substancial de la producción y un valor incosteable de cualquier sistema de control (químico principalmente); en ésta situación las zonas libres del hongo : el área cafetera y los llanos orientales principalmente, han adquirido más importancia para la producción nacional.

El contexto parasitario del plátano en la zona, es diferente de las situaciones encontradas en otros países como Costa Rica y Camerún, donde la sigatoka negra ha sustituido a la amarilla en baja altitud (inferior a 1000 msnm), mientras la sigatoka amarilla está bien establecida en altitud, creando una zona de transición donde coexisten las dos poblaciones. En nuestro caso, la sigatoka negra ha avanzado hasta los 1600 msnm (1650 msnm, en el área de Pueblo Rico-Risaralda : máximo registro de altitud a nivel mundial) y en cada situación, se ha desplazado la sigatoka amarilla en muy poco tiempo (alrededor de un año) prácticamente sin zona de transición hasta esa altitud, sin embargo, daños severos se han observado hasta 1400 msnm.

No se sabe cuales serán los limitantes de avance : una primera aproximación se está intentando para la zona cafetera central con elementos del clima, especialmente en una relación con las temperaturas mínimas medias : el límite superior estimado, afectando la producción en la zona de Pueblo Rico, es 1400 msnm que corresponde a una temperatura mínima media de 16.7°C. Según las relaciones bastante precisas ( $r=0.99$ ) con la altitud; si se estima la altitud para daños severos, con una franja de incertidumbre de 50 metros, en cada departamento el límite sería (Figura 108) :

- Caldas central y Risaralda :	1285 msnm
- Quindío y norte del Valle del Cauca :	1247 msnm
- Oriente de Caldas :	1380 msnm

Pero se sabe ya que el factor humedad tiene un gran papel en la diseminación del hongo y que debemos tener este elemento en cuenta para el próximo futuro.



## 2.2 Epidemiología.

Fue bastante difícil de seguir a largo plazo estudios de epidemiología en las zonas de alta altitud por su ubicación, por ser zonas muy marginales para la agricultura en general y el plátano en particular y estar alejadas de los centros de investigación donde es difícil conseguir apoyos humanos. Sin embargo se eligieron 4 sitios muy distintos, en donde se tomó una información mínima :

lugar	departamento	altitud	lluvia	evapo ración	humed relat	temperaturas		
						min.	máx.	med.
Pueblo Rico	Risaralda	1240				17.5		19.7
		1340				17.0		19.1
		1540	2237	1024	93%	16.0	25.1	17.9
		1560	2616	1015		15.9		17.8
Restrepo	Valle del C.	1400						
Victoria	Caldas	1000						
Yacopí	Cundinamarca	150						

A 1400 msnm (Restrepo-Valle del Cauca), la duración promedio del período de incubación es de 32.4 días, y el período de latencia de 89.6 días (período de evolución : 57.2 días) sobre Dominico-hartón.

A 1000 msnm (Victoria-Caldas), se cuantificó la producción de ascosporas en hojas necrosadas de plátano Dominico-hartón, siendo mayor sobre el envés que el haz : descarga de un promedio de 334 ascosporas por cm<sup>2</sup>.

El estado de evolución (EE) y la hoja más joven manchada (hmjm) varía bastante según la época (lluvia) y la altitud (temperatura) con los promedios siguientes :

altitud	lugar	EE	hmjm
150	Yacopí	2919	6.0
1240	Pueblo Rico	1779	7.0
1560	Pueblo Rico	760	7.6
1400	Restrepo	-	7.7

Sin tener muchos puntos de referencia, parece que el nivel de infección está en relación inversa con la altitud. Sin embargo, al mismo nivel de infección que para la sigatoka amarilla en la zona central, se ha observado un número de lesiones por hoja mucho mayor lo que implica área necrosada mayor. Se encontró también, en épocas de alta infección, fenómenos de coalescencia de pizcas de grado 2 ó 3, muy común en zonas bajas.

### **2.3 Incidencia sobre la producción y sistemas de manejo.**

Han sido muy pocos los ensayos que se lograron finalizar por los problemas descritos anteriormente; algunos resultados son :

1400 msnm parece ser el límite hasta donde la enfermedad hace daños severos sobre la producción (por comprobar).

El uso del control químico (fungicidas tipo Triazoles) en mezcla de aceite agrícola (BSO) es recomendable con el sistema de preaviso, sólo si se habla de plantación intensiva (área grande, mercado especializado por peso).

El fungicida sistémico triadimenol al suelo no actuó bien en la mayoría de los suelos de la zona, por fijación alta en el complejo arcillo-húmico.

Faltan datos para probar que el efecto del deshoje es más perjudicial que la enfermedad misma en altitud. Se comprobó que las hojas cortadas, dejándolas al suelo, reducen la producción de inóculo, y mejor cuando el haz está colocado hacía abajo (-12 % haz arriba y -25 % haz abajo en promedio).

### **2.4 Influencia de hospederos.**

Sin tener datos muy precisos se han observado en altitud :

- La alta susceptibilidad de los clones del grupo AAA (Gros michel, Cavendish, guineo,...),
- La susceptibilidad bastante alta de los clones del sub-grupo "plátano",
- La tolerancia mediana de los clones del grupo ABB y en orden decreciente : Fougamou, Saba, Pelipita y Bluggoe (Cachaco),
- La susceptibilidad bastante alta del diploide AA "Bocadillo", conocido en baja altitud, por su gran tolerancia a la enfermedad de raya negra.

### **2.5 Conclusiones.**

La presencia en baja altitud de la enfermedad ya implica una reorientación de la producción de plátano, hasta ahora muy tradicional, lo que no permite invertir para una lucha eficaz y una buena producción.

La amenaza en las zonas altas es bastante seria : se deben tomar decisiones para incrementar estudios, ensayos y pruebas de lucha más precisas.

## CAPITULO III

### GERMOPLASMA

Dentro de los términos del convenio CIRAD-IRFA - ICA - Federacafé, se contempló la introducción de germoplasma para enriquecer la gama del país, demasiado limitada, hecho riesgoso frente al desarrollo de plagas y enfermedades y limitante a la expansión de la oferta de este tipo de producto en el mercado.

El material (Tabla 9) se recibió desde el banco de germoplasma *in vitro* del IRFA/CIRAD durante 1990/91 por el ICA, para cumplir los procedimientos sanitarios, y luego fué distribuido a las estaciones de El Agrado (Quindío) y Palmira (Valle del Cauca) para multiplicación y pruebas de adaptación.

TABLA 9. Lista de introducciones y sus características al nivel del mar (Africa y Antillas francesas).

n°	variedad (nombre)	tipo	origen	altura (cm)	n° dedos	ciclo (días)
1	Mbouroukou n° 1	D.H	Camerún	320	35	300
2	Orishele	D.H	Costa de Marfil	360	60	350
3	Lifongo Liko	D	Camerún	340	100	350
4	Bend Mosendjo	D	Costa de Marfil	320	100	350
5	Red Yade	D	Camerún	260	100	330
6	Rose d'Ekona	D	Camerún	380	100	320
7	French Sombre	D	Camerún	390	110	360
8	Kelong Mekintu	D	Camerún	350	115	350
9	Kwa	D	Camerún	360	110	340
10	Elat	D	Camerún	350	120	360
11	Mbindi	D	Costa de Marfil			
12	Fougamou	ABB	Gabón			
13	Njock Kon	D	Camerún	250	180	390
14	Diby	H/D	Costa de Marfil	340	100	360
15	Saba	ABB	Filipina	550	250	440
16	Niabang	D	Camerún	500	180	380
17	French Rouge	D	Camerún	330	100	380
18	Plantain n° 17	H	Camerún	460	40	300
19	Mesiatso	D.H	Camerún	320	90	280
20	Amou	D	Camerún	450	170	300
21	3/4 nain	D.H	Antillas Fr.			

Por parte del ICA, este material fue sembrado durante el año 1991 en tres lugares : El Agrado (departamento del Quindío, 1360 msnm), en Restrepo y Palmira (departamento del Valle del Cauca, 1000 y 1400 msnm).

TABLA 10. Primeros resultados en "El Agrado" (Quindío, 1360 msnm).

variedad (nombre)	ciclo días	IFC días	altura (cm)	perímetro (cm)	n°hojas emitidas	peso rac. (kg)	n° mano	n° dedo	dedo central peso (g)	long (cm)	grosor (cm)	RMJM
Tipo "Dominico" :												
Dominico	324	97	348	57	39	20,5	7	81	240	-	-	5,6
Njock Kon	473	145	330	81	37	-	-	-	-	-	-	6,4
Diby	477	185	320	57	34	17	9	110	-	-	-	6,4
Kelong Mekintu	442	135	330	58	35	20	8	94	-	-	-	5,4
Lifongo Liko	461	145	330	63	36	-	-	-	-	-	-	5,4
Bend Mossendjo	439	134	360	62	39	25	8	108	-	-	-	5,4
Rose d'Ekona	439	120	380	63	38	21	7	88	-	-	-	6,2
French Sombre	463	161	380	61	40	20	6	80	-	-	-	5,4
Elat	439	118	370	62	38	20	8	120	-	-	-	5,6
Red Yade	458	140	340	63	36	16	9	114	-	-	-	5,8
Kwa	-	-	320	64	38	-	-	-	-	-	-	6,2
Niabang	-	-	360	76	37	27	14	246	-	-	-	4,8
Tipo "Hartón" :												
Hartón	485	120	333	54	40	13,4	5	33	344	-	-	5,2
Mbouroukou n°1	432	137	360	60	34	14,5	5	29	486	26	17	5,2
Mbindi	440	140	370	68	37	12	6	30	-	-	-	6,0
Tipo "Dominico-Hartón" :												
Dominico-Hartón	421	97	385	64	38	13,3	7	42	302	-	-	6,2
Orishele	443	115	340	54	36	18	9	68	-	-	-	4,6
Autre type (ABB):												
Fougamou	439	133	360	70	36	24,5	10	171	-	-	-	9,0



TABLA 11. Primeros resultados en **Palmira** (Valle del Cauca, 1000msnm).

variedad representativo (nombre)	ciclo días	altura (cm)	perímetro (cm)	n° hojas emitidas	peso rac.	n° manodado	n° dedo	peso longo	grosor
Dominico	503				13,5	6,6	83	186	25,1 13,3
Dominico-hartón	449				12,7	7,7	60	226	24,3 14,1
Hartón	438				9,7	6,9	30	314	30,5 15,4
Orishele	406	296	48,5	38	13,5	7,5	43	331	31,0 14,8
Diby	399	268	50,0	39	17,7	7,2	97	250	24,4 14,7
Mbouroukou	370	295	50,0	38	9,4	6,0	28	333	31,3 15,8
Kelong Mekintu	406	279	50,5	40	15,7	7,0	95	205	23,2 13,5
N'jock kon (a floración)	396	260	64,8	43					
Saba "	283	274	49,4	39					

El clón "Mbouroukou" (Tabla 10 y 11) (foto 17) parece bastante promisorio por su ciclo más corto (menos de dos hasta tres meses en comparación del "Dominico-hartón" o "Hartón"), un buen peso de racimo y una buena aceptabilidad por los consumidores (igual que "Dominico-hartón"). Además, este clón podría ser una buena alternativa en la zonas a donde los períodos de sequía son bastante largos (Llanos Orientales).

Por parte de la Federación, diversos problemas han impedido que se haya avanzado en el desarrollo de éste componente; una parte del material se esta multiplicando y está próximo a ser llevado al campo: en efecto, ejemplares (1 hasta 2) de los dieciséis primeros de éstos materiales fueron entregados al laboratorio de multiplicación *in vitro* "Bioplasmas" (Manizales) en Marzo de 1991; por diversos problemas (contaminación, multiplicación difícil de unos clones,...) sólo los doce primeros fueron multiplicados con éxito aunque en cantidades muy variables.

De todas maneras, al material recuperado se ha venido haciendo las etapas de vivero y almácigo (Enero-Abril 1992) en Cenicafe y entre Abril y Mayo de 1992 se instaló parcelas para evaluación de comportamiento en :

- Paraguaicito (Quindío) 1250 msnm,
- Cenicafe (Caldas) 1310 msnm,

Está planeado una segunda fase que incluirá nuevos lugares, la recuperación de los faltantes inicialmente y los tipos nativos.

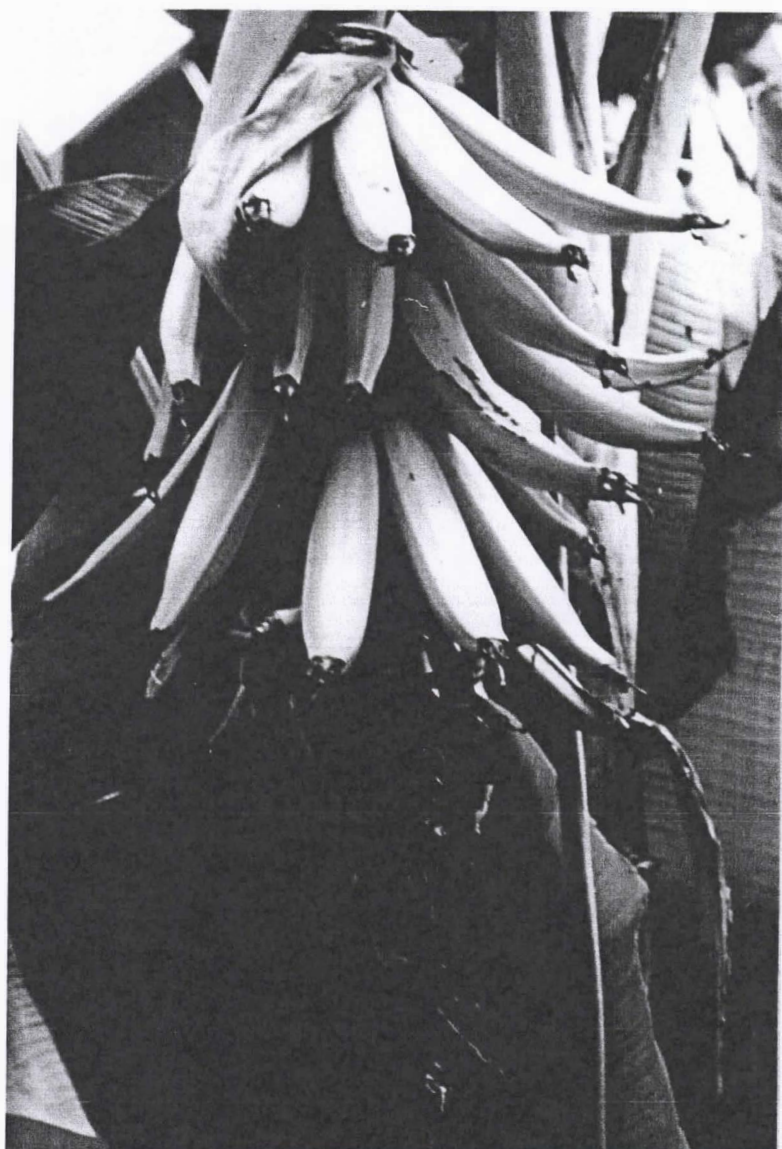


FOTO 17 - La variedad africana "MBOUROUKOU n° 1"

## **CONCLUSION GENERAL**

Importantes resultados fueron obtenidos en el curso de este proyecto de investigación, especialmente como consecuencia de la encuesta agro-diagnóstico multifactorial : además de los consejos prácticos para el cultivo ya transferibles a los servicios de extensión, se abrió un amplio campo de investigaciones potenciales, que deben responder a varios interrogantes.

Toda la variación encontrada es explicable como la respuesta del cultivo frente al rango bastante amplio de las condiciones ecológicas; sin embargo los mecanismos específicos ("ecofisiológicos" y "ecopatológicos") deben ser comprendidos para corregir en algunos casos ésta variación.

Las interacciones clima-suelo-nutrición-fisiología de la planta-acción de los patógenos y acción del hombre son numerosos.

La jerarquización de los factores limitantes ha destacado el aspecto nutricional, estrechamente ligado al campo de la ecofisiología y que sobresale como el programa de investigación principal, desplazando el presunto papel del parasitismo (sigatoka amarilla principalmente), pero aliviando la grave amenaza por el avance en los alrededores de la zona de la sigatoka negra : en el manejo de éste problema hay un componente ecofisiológico relacionado con el sistema de defensa de la planta en altitud que debe ser más estudiado.

La importancia cada vez mayor de la zona como productora de plátano, justifica plenamente planear una segunda fase de investigación, basada en el componente "ecofisiológico" y su relación con la nutrición y la sensibilidad a la sigatoka negra.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

### ENCUESTA DIAGNOSTICO

1. CONESA, A.P.; ROUX, M.; BAILLON, P.; HADJ MILOUD, D.; MAGINIEAU, C.; LEMAIRE. **Etude globale de la culture de la betterave à sucre sur le périmètre du Haut-Chelif. I.- Analyse factorielle de correspondances.** Annales d'Agronomie (Francia), 26(6): 709-740. 1975.
2. CONESA, A.P.; CAZES, P.; TOMASSONE, R.; BAILLON, P.; HADJ MILOUD, D.; MAGINIEAU, C.; LEMAIRE, G. **Etude globale de la culture de la betterave à sucre sur le périmètre du Haut-Chelif. II.- Analyse en régression.** Annales d'Agronomie (Francia), 27(1): 61-84. 1976.
3. CONESA, A.P.; METTAUER, H.; HAEFLINGER, R.; TRENDL, R.; TUAL, Y.; GROSS, P. **Etude de la productivité de l'agrosystème betteravier en Alsace. Essai d'établissement d'un modèle empirique prédictif.** Annales d'Agronomie (Francia), 30(3): 281-303. 1979.
4. DELVAUX, B.; LASSOUDIERE, A. **Etude agropédologique de la zone bananière camerounaise : Enquête Diagnostic.** Institut de la Recherche Agronomique (Camerún), 1984. 250 p.
5. DELVAUX, B.; LASSOUDIERE, A.; PERRIER, X.; MARCHAL, J. **Une méthodologie d'étude des relations sol-plante-techniques culturales: résultats pour la culture bananière camerounaise.** ACORBAT, 7. San José (Costa Rica), 23-27 de septembre de 1985. 351-357.
6. DELVAUX, B.; MELIN, P.; GUYOT, P. **La dégradation de la fertilité des bananeraies martiniquaises: méthodologie et orientation de l'Enquête Diagnostic.** ACORBAT, 7. San José (Costa Rica), 23-27 de septembre de 1985. 259-379.
7. DELVAUX, B.; LORIDAT, P.; CHEVRIER, L.; TERNISIEN, E. **Amélioration de la fertilité des sols et rationalisation des techniques culturales des bananeraies en Martinique.** In: IRFA. Convention régionale, Bilan 1984-1988. 50 p.
8. DELVAUX, B.; LASSOUDIERE, A.; PERRIER, X.; MARCHAL, J. **Une méthodologie d'étude des relations sol-plante-techniques culturales par enquête diagnostic. Application à la culture bananière au Cameroun. Synthèse des résultats.** Fruits (Francia) 41(6): 359-370. 1986.
9. DELVAUX, B.; PERRIER, X.; GUYOT, P. **Diagnostic de la fertilité de systèmes culturaux intensifs en bananeraies à la Martinique.** Fruits (Francia) 45(3): 223-236. 1990.
10. DELVAUX, B.; LASSOUDIERE, A.; PERRIER, X. **Influence des conditions pédologiques et des techniques culturales sur la production bananière au Cameroun. I. Les caractéristiques de la bananeraie camerounaise. II. Méthodologie. III.**



**Relations sol-plante et définition des niveaux critiques.** Revue Science et Technique - Série sciences agronomiques (Camerún) 1(1): 67-124. 1984.

11. DELVAUX, B.; LASSOUDIERE, A.; PERRIER, X. **Influence des conditions pédologiques et des techniques culturales sur la production bananière au Cameroun.** IV. Utilisation des cartes pédologiques pour les avertissements fertilisation. V. Effets des facteurs diagnostics. VI. Conclusions et perspectives. Revue Science et Technique - Série sciences agronomiques (Camerún) 2(2): 5-46. 1986.
12. DELVAUX, B.; GUYOT, P. **Caractérisation de l'enracinement du bananier au champ. Incidences sur les relations sol-plante dans les bananeraies intensives de la Martinique.** Fruits (Francia), 44(12): 633-647. 1989.
13. DELVAUX, B.; PERRIER, X.; GUYOT, P. **Diagnostic de la fertilité de systèmes culturaux intensifs en bananeraies à la Martinique.** Fruits (Francia), 45(3): 223-236. 1990.
14. DOREL, M.; PERRIER, X. **Influence du milieu et des techniques culturales sur la productivité des bananeraies de Guadeloupe. Enquête-diagnostic.** Fruits (Francia), 45(3): 237-244. 1990.
15. GODEFROY, J.; RUTUNGA, V.; SEBAHUTU, A. **Etude du milieu physique des bananeraies de la région de Kibungu au Rwanda. Influence de l'âge de la bananeraie et du système de culture sur la fertilité des sols.** Fruits (Francia), 46(2): 109-124. 1991.
16. GOUET, J.P. **L'élaboration d'un protocole d'enquête.** ITCF(Francia), 1978. 98 p.
17. GRAS, R.; CHIAVERNI, J. **Incidences du milieu et des techniques culturales sur la longévité du lavandin "Abrial".** Annales d'Agronomie (Francia), 31(2): 191-218. 1980.
18. LASSOUDIERE, A.; y al. **Enquête-diagnostic sur la culture bananière. Préfecture de Kibungu, Rwanda.** Informe final ISAR-IRFA/CIRAD, 1989. 154 p. y anexos.
19. METTAUER, H.; TUAL, Y.; HAEFLINGER, R.; CONESA, A.P.; TRENDL, R. **Influence des propriétés physiques et mécaniques du sol sur la morphologie et le rendement en racine de la betterave à sucre.** Annales d'Agronomie (Francia), 29(2): 147-167. 1978.
20. PERRIER, X.; DELVAUX, B. **Une méthodologie de détection et de hiérarchie des facteurs limitant la production à l'échelle régionale. Application à la culture bananière.** Fruits (Francia), 46(3): 213-226. 1991.
21. SIKORA, R.A.; BAFOKUZARA, N.D.; MBWANA, A.S.S.; OLOO, G.W.; URONU, B.; SESHU REDDY, K.V. **Interrelationship between banana weevil, root lesion nematode and agronomic practices, and their importance for banana decline in the United Republic of Tanzania.** FAO Plant Protection Bulletin, 37(4): 151-157. 1989.

## Anexo 1

STACION CLIMATICA : SANTIAGUEDA MUNICIPIO : PALESTINA DEPARTAMENTO : CALDAS  
 ALTITUD : 1010 m LATITUD : 5°05'N LONGITUD : 75°40'W CUENCA HIDROGRAFICA : CHINCHINA  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1965 - 1988

ES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C MED. MAX. MIN.			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO EXC.(+) DEF.(-) (mm)
ENERO	100	22.7	30.5	17.4	74	209	110	-10
ENERO	125	22.7	30.5	17.6	73	178	99	+16
MARZO	149	23.1	30.6	17.9	73	177	110	+39
ABRIL	239	23.1	30.4	18.0	76	174	106	+133
MAYO	284	22.5	29.1	17.9	78	163	110	+174
JUNIO	196	22.4	28.9	17.7	78	169	106	+90
JULIO	135	22.6	30.0	17.2	74	207	110	+25
AGOSTO	189	22.6	29.7	17.4	75	188	110	+79
SEPTIEMBRE	203	22.2	29.3	17.4	76	167	106	+97
OCTUBRE	250	21.8	28.8	17.4	77	162	110	+140
NOVIEMBRE	222	22.0	28.9	17.8	77	167	106	+116
DICIEMBRE	142	22.3	29.5	17.5	76	194	110	+32
TOTAL(o med)	2234	22.5	29.7	17.6	76	2153	1293	+941-10

STACION CLIMATICA : LUKER MUNICIPIO : PALESTINA DEPARTAMENTO : CALDAS  
 ALTITUD : 1050 m LATITUD : 5°05'N LONGITUD : 75°41'W CUENCA HIDROGRAFICA : CHINCHINA  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1964 - 1990

ES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C MED. MAX. MIN.			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO EXC.(+) DEF.(-) (mm)
ENERO	119	22.8	29.4	17.5	75	176	120	-1
ENERO	155	23.0	29.7	17.4	73	175	113	+42
MARZO	156	23.0	29.6	17.6	75	189	122	+34
ABRIL	225	23.0	29.6	17.5	76	152	116	+109
MAYO	301	22.6	28.6	17.8	77	170	115	+186
JUNIO	209	22.8	28.9	17.7	77	155	113	+96
JULIO	133	22.7	29.3	17.4	75	195	119	+14
AGOSTO	246	22.7	29.0	17.6	76	178	117	+129
SEPTIEMBRE	227	22.3	28.3	17.4	78	149	107	+120
OCTUBRE	277	22.2	28.4	17.6	79	140	108	+169
NOVIEMBRE	245	22.3	28.2	18.0	79	156	105	+140
DICIEMBRE	142	22.1	28.3	17.4	78	176	109	+33
TOTAL(o med)	2434	22.6	28.9	17.6	77	2011	1364	+1072

STACION CLIMATICA : CENICAFE MUNICIPIO : CHINCHINA DEPARTAMENTO : CALDAS  
 ALTITUD : 1310 m LATITUD : 4°59'N LONGITUD : 75°35'W CUENCA HIDROGRAFICA : CHINCHINA  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1950 - 1988

ES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C MED. MAX. MIN.			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO EXC.(+) DEF.(-) (mm)
ENERO	143	21.0	27.8	16.2	75	192	97	+46
ENERO	142	21.2	28.1	16.6	74	171	88	+54
MARZO	196	21.3	28.1	16.8	76	169	97	+99
ABRIL	280	20.9	27.5	16.8	79	140	94	+186
MAYO	278	20.8	27.1	16.8	80	142	97	+181
JUNIO	198	20.7	27.1	16.7	79	149	94	+104
JULIO	157	21.0	27.6	16.5	76	187	97	+60
AGOSTO	169	20.9	27.6	16.4	76	186	97	+72
SEPTIEMBRE	196	20.5	27.4	16.2	77	160	94	+102
OCTUBRE	312	20.0	26.7	16.1	80	146	97	+215
NOVIEMBRE	261	20.1	26.6	16.3	80	146	94	+167
DICIEMBRE	179	20.5	27.2	16.3	78	175	97	+82
TOTAL(o med)	2511	20.7	27.4	16.5	78	1963	1143	+1368

ESTACION CLIMATICA : NARANJAL  
 ALTITUD : 1370 m LATITUD : 4°58'N  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1951 - 1988

MUNICIPIO : CHINCHINA DEPARTAMENTO : CALDAS  
 LONGITUD : 75°42'W CUENCA HIDROGRAFICA : CAMPOALEGRE

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C MED. MAX. MIN.	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO EXC.(+) DEF.(-) (mm)
ENERO	150	20.8 27.2 16.1	75	190	93	+57
FEBRERO	157	20.9 27.6 16.3	75	166	84	+73
MARZO	201	21.0 27.5 16.5	76	151	93	+108
ABRIL	311	20.7 26.9 16.5	79	136	90	+221
MAYO	316	20.6 26.9 16.5	80	134	93	+223
JUNIO	227	20.5 26.6 16.3	79	143	90	+137
JULIO	186	20.8 27.3 16.0	75	184	93	+93
AGOSTO	209	20.7 27.2 16.0	76	175	93	+116
SEPTIEMBRE	207	20.5 26.7 15.8	76	151	90	+117
OCTUBRE	302	20.0 26.1 15.9	79	136	93	+209
NOVIEMBRE	275	20.0 25.8 16.0	80	134	90	+185
DICIEMBRE	172	20.4 26.5 16.1	78	168	93	+79
TOTAL(o med)	2713	20.6 26.8 16.2	77	1864	1095	+1618

ESTACION CLIMATICA : EL AGRADO  
 ALTITUD : 1350 m LATITUD : 4°28'N  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1987 - 1991

MUNICIPIO : MONTENEGRO DEPARTAMENTO : QUINDIO  
 LONGITUD : 75°49'W CUENCA HIDROGRAFICA : LA VIEJA

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C MED. MAX. MIN.	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO EXC.(+) DEF.(-) (mm)
ENERO	115	21.4 28.0 16.7	77	152	107	+8
FEBRERO	98	21.9 28.3 16.8	77	118	97	+1
MARZO	169	22.0 28.7 16.8	75	150	113	+56
ABRIL	256	21.8 28.0 17.1	79	119	101	+155
MAYO	219	21.6 27.5 17.1	80	115	101	+118
JUNIO	178	21.6 27.8 16.8	79	130	99	+79
JULIO	108	21.8 28.1 16.3	76	152	109	-1
AGOSTO	151	22.0 28.5 16.0	76	162	111	+40
SEPTIEMBRE	257	21.5 28.0 16.2	78	137	100	+157
OCTUBRE	259	21.0 27.3 16.5	81	107	94	+165
NOVIEMBRE	209	21.1 27.3 17.0	81	127	92	+117
DICIEMBRE	143	21.1 27.5 16.6	79	142	99	+44
TOTAL(o med)	2162	21.6 28.0 16.7	78	1611	1223	+940-1

ESTACION CLIMATICA : PARAGUAICITO  
 ALTITUD : 1250 m LATITUD : 4°23'N  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1963 - 1988

MUNICIPIO : BUENA VISTA DEPARTAMENTO : QUINDIO  
 LONGITUD : 75°44'W CUENCA HIDROGRAFICA : RIOVERDE

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C MED. MAX. MIN.	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO EXC.(+) DEF.(-) (mm)
ENERO	132	22.0 28.6 16.3	75	197	100	+32
FEBRERO	134	22.2 28.8 16.7	75	164	90	+44
MARZO	205	22.2 28.8 17.0	75	150	100	+105
ABRIL	276	21.7 28.0 17.2	79	134	97	+179
MAYO	221	21.8 27.7 17.2	81	133	100	+121
JUNIO	97	22.7 27.8 17.0	79	148	97	0
JULIO	69	22.1 28.7 16.6	74	183	100	-4
AGOSTO	103	22.2 28.8 16.6	73	170	100	0
SEPTIEMBRE	182	21.8 28.3 16.5	76	144	97	+62
OCTUBRE	293	21.0 27.4 16.6	80	139	100	+193
NOVIEMBRE	289	20.9 27.3 16.7	80	138	97	+192
DICIEMBRE	173	21.3 27.7 16.6	79	162	100	+73
TOTAL(o med)	2174	21.7 28.2 16.8	77	1862	1178	+1001 -4

ESTACION CLIMATICA : RAFAEL ESCOBAR MUNICIPIO : SUPIA DEPARTAMENTO : CALDAS  
 ALTITUD : 1320 m LATITUD : 5°28'N LONGITUD : 75°39'W CUENCA HIDROGRAFICA : CAUCA  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1970 - 1988

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	114	21.8	27.6	16.8	73	184	97	+17	
FEBRERO	117	22.1	27.8	17.0	72	142	87	+30	
MARZO	164	22.2	27.9	17.2	73	140	97	+67	
ABRIL	186	21.5	26.8	17.3	78	108	94	+92	
MAYO	224	21.2	26.1	17.2	79	116	97	+127	
JUNIO	130	21.3	26.2	17.0	78	139	94	+36	
JULIO	112	21.6	26.8	16.6	74	157	97	+15	
AGOSTO	143	21.8	27.2	16.8	74	163	97	+46	
SEPTIEMBRE	190	21.5	26.8	16.7	75	140	94	+96	
OCTUBRE	235	20.8	26.1	16.7	79	120	97	+138	
NOVIEMBRE	222	21.0	26.1	16.9	79	125	94	+128	
DICIEMBRE	152	21.3	26.6	16.9	77	147	97	+55	
TOTAL(o med)	1989	21.5	26.8	16.9	76	1681	1142	+847	

ESTACION CLIMATICA : SANTA HELENA MUNICIPIO : MARQUETALIA DEPARTAMENTO : CALDAS  
 ALTITUD : 1450 m LATITUD : 5°18'N LONGITUD : 75°09'W CUENCA HIDROGRAFICA : GUARINO  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1981 - 1988

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	334	20.5	23.9	16.7	83	151	91	+243	
FEBRERO	317	20.5	24.7	16.9	80	115	82	+235	
MARZO	329	20.5	24.6	16.9	83	114	91	+238	
ABRIL	427	20.2	24.1	16.8	85	96	88	+339	
MAYO	332	20.3	24.2	16.9	83	131	91	+241	
JUNIO	172	20.5	24.6	16.8	75	163	88	+84	
JULIO	126	20.6	24.6	16.5	68	187	91	+35	
AGOSTO	223	20.6	24.8	16.2	69	192	91	+132	
SEPTIEMBRE	336	20.2	24.6	16.1	78	162	88	+248	
OCTUBRE	523	19.5	23.4	16.2	83	103	91	+432	
NOVIEMBRE	438	19.6	23.7	16.5	87	109	88	+350	
DICIEMBRE	365	19.8	23.9	16.5	87	123	91	+274	
TOTAL(o med)	3922	20.3	24.3	16.6	80	1646	1071	+2851	

ESTACION CLIMATICA : EL JAZMIN MUNICIPIO : SANTA ROSA DE C. DEPARTAMENTO : RISARALDA  
 ALTITUD : 1600 m LATITUD : 4°55'N LONGITUD : 75°38'W CUENCA HIDROGRAFICA : CAMPOALEGRE  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1961 - 1988

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	167	19.6	25.5	15.0	80	172	85	+82	
FEBRERO	171	19.9	25.3	15.3	81	147	77	+94	
MARZO	214	20.0	25.2	15.4	82	139	85	+129	
ABRIL	299	20.0	24.1	14.9	84	119	82	+217	
MAYO	261	20.0	23.5	14.8	86	113	85	+176	
JUNIO	199	20.0	23.9	14.7	85	131	82	+117	
JULIO	151	19.9	24.8	14.5	80	171	85	+66	
AGOSTO	163	19.9	24.4	14.6	81	160	85	+78	
SEPTIEMBRE	196	19.4	23.3	14.6	83	133	82	+114	
OCTUBRE	296	19.1	23.3	14.5	86	120	85	+211	
NOVIEMBRE	292	19.2	23.7	14.6	86	114	82	+210	
DICIEMBRE	176	19.5	24.3	14.7	85	138	85	+91	
TOTAL(o med)	2585	19.7	24.4	14.8	83	1657	1000	+1585	



ESTACION CLIMATICA : EL INGENIO  
 ALTITUD : 1000 m LATITUD : 4°54'N  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1971 - 1988

MUNICIPIO : LA VIRGINIA  
 LONGITUD : 75°54'W

DEPARTAMENTO : RISARALDA  
 CUENCA HIDROGRAFICA : CAUCA

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	81	23.8	32.0	17.9	72	202	110	-29	
FEBRERO	90	24.0	32.2	18.3	72	178	100	-3	
MARZO	140	24.0	31.9	18.4	73	181	110	0	
ABRIL	171	23.5	30.6	18.6	76	170	107	+61	
MAYO	206	23.6	30.1	18.7	78	171	110	+96	
JUNIO	159	23.5	30.7	18.0	77	183	107	+52	
JULIO	122	23.9	31.4	17.5	73	221	110	+12	
AGOSTO	145	24.0	31.8	17.3	73	208	110	+35	
SEPTIEMBRE	150	23.6	31.0	17.4	74	182	107	+43	
OCTUBRE	199	22.8	30.2	17.8	77	164	110	+89	
NOVIEMBRE	207	22.7	29.8	18.1	78	162	107	+100	
DICIEMBRE	109	23.1	30.4	18.1	76	133	110	0	
TOTAL(o med)	1779	23.5	31.0	18.2	75	2205	1297	+488-32	

ESTACION CLIMATICA : EL SENA MUNICIPIO : ARMENIA  
 ALTITUD : 1550 m LATITUD : 4°32'N LONGITUD : 75°40'W  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1962 - 1988

DEPARTAMENTO : QUINDIO  
 CUENCA HIDROGRAFICA : QUINDIO

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	168	19.3	24.2	13.7	76	144	87	+81	
FEBRERO	200	19.5	24.3	14.0	76	114	79	+121	
MARZO	229	19.5	24.5	14.2	76	118	87	+142	
ABRIL	324	19.0	24.2	14.7	80	104	84	+240	
MAYO	231	19.1	23.8	14.5	82	106	87	+144	
JUNIO	132	19.0	24.0	14.5	80	125	84	+48	
JULIO	75	19.4	25.1	14.2	74	171	87	-1	
AGOSTO	98	19.5	24.2	14.3	73	154	87	0	
SEPTIEMBRE	151	19.1	24.0	14.0	76	121	84	+66	
OCTUBRE	312	18.3	23.4	13.9	81	99	87	+225	
NOVIEMBRE	373	18.2	23.5	14.1	81	94	84	+289	
DICIEMBRE	257	18.6	24.0	13.7	80	122	87	+170	
TOTAL(o med)	2550	19.0	24.1	14.2	78	1472	1024	+1526-1	

ESTACION CLIMATICA : LA BELLA MUNICIPIO : CALARCA  
 ALTITUD : 1450 m LATITUD : 4°31'N LONGITUD : 75°40'W  
 PERIODO DE OBSERVACION : 1951 - 1988

DEPARTAMENTO : QUINDIO  
 CUENCA HIDROGRAFICA : QUINDIO

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	134	20.5	26.0	15.7	80	149	91	+43	
FEBRERO	159	20.7	26.0	16.1	80	123	82	+77	
MARZO	185	20.7	25.8	16.4	82	119	91	+94	
ABRIL	271	20.2	25.2	16.3	84	99	88	+183	
MAYO	210	20.3	24.6	16.8	85	99	91	+119	
JUNIO	114	20.2	24.9	16.1	83	116	88	+26	
JULIO	63	20.6	26.0	15.8	78	159	91	-4	
AGOSTO	68	20.7	26.4	15.8	76	151	91	-8	
SEPTIEMBRE	136	20.3	25.7	15.9	81	119	88	+7	
OCTUBRE	294	19.5	24.5	15.9	85	104	91	+203	
NOVIEMBRE	318	19.4	24.5	16.0	86	99	88	+230	
DICIEMBRE	221	19.8	24.8	15.9	84	117	91	+130	
TOTAL(o med)	2173	20.2	25.3	16.0	82	1454	1071	+1112-12	

ESTACION CLIMATICA : LA TRINIDAD

MUNICIPIO : LIBANO

DEPARTAMENTO : TOLIMA

ALTITUD : 1430 m

LATITUD : 4°55'N

LONGITUD : 75°04'W

CUENCA HIDROGRAFICA : RECIO

PERIODO DE OBSERVACION : 1950 - 1988

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	108	18.7	23.3	14.6	84	152	92	+16	
FEBRERO	140	19.1	23.6	15.8	85	138	83	+57	
MARZO	194	19.2	23.4	15.3	85	134	92	+102	
ABRIL	273	19.2	23.2	15.5	87	120	89	+184	
MAYO	270	19.2	23.2	15.5	87	143	92	+178	
JUNIO	148	19.2	23.2	15.5	85	155	89	+59	
JULIO	105	19.0	23.4	15.0	81	197	92	+13	
AGOSTO	125	19.1	23.9	14.5	80	196	89	+33	
SEPTIEMBRE	207	19.1	23.8	14.7	83	174	89	+118	
OCTUBRE	304	18.6	22.7	15.1	87	131	92	+212	
NOVIEMBRE	244	18.6	22.6	15.0	88	116	89	+155	
DICIEMBRE	149	18.8	23.0	14.9	86	141	92	+57	
TOTAL(o med)	2267	19.0	23.4	15.0	85	1797	1083	+1184	

ESTACION CLIMATICA : ARTURO GOMEZ

MUNICIPIO : ALCALA

DEPARTAMENTO : VALLE DEL CAUCA

ALTITUD : 1320 m

LATITUD : 4°40'N

LONGITUD : 75°48'W

CUENCA HIDROGRAFICA : LA VIEJA

PERIODO DE OBSERVACION : 1966 - 1988

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	104	20.8	27.8	16.0	79	174	97	+7	
FEBRERO	103	21.1	28.1	16.4	79	147	87	+16	
MARZO	143	20.9	27.7	16.3	80	141	97	+46	
ABRIL	235	20.7	26.9	16.3	81	144	94	+141	
MAYO	231	20.5	26.5	16.3	83	134	97	+134	
JUNIO	150	20.4	26.6	16.2	83	136	94	+56	
JULIO	88	21.0	27.1	16.0	78	182	97	0	
AGOSTO	118	20.7	27.6	16.0	79	166	97	+13	
SEPTIEMBRE	150	20.4	27.2	15.8	80	143	94	+56	
OCTUBRE	234	20.0	26.3	15.9	82	129	97	+137	
NOVIEMBRE	215	20.1	26.4	16.4	83	140	94	+121	
DICIEMBRE	133	20.4	26.8	16.3	82	156	97	+36	
TOTAL(o med)	1904	20.6	27.1	16.2	81	1792	1142	+763	

ESTACION CLIMATICA : HERACLIO URIBE

MUNICIPIO : SEVILLA

DEPARTAMENTO : VALLE DEL CAUCA

ALTITUD : 1540 m

LATITUD : 4°16'N

LONGITUD : 75°55'W

CUENCA HIDROGRAFICA : LA VIEJA

PERIODO DE OBSERVACION : 1952 - 1988

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	99	19.3	24.0	15.7	81	130	87	+12	
FEBRERO	121	19.4	24.3	15.8	80	123	79	+42	
MARZO	174	19.5	24.3	16.1	81	113	87	+87	
ABRIL	269	19.3	23.7	16.1	83	98	85	+184	
MAYO	219	19.3	23.6	16.2	84	110	87	+132	
JUNIO	141	19.2	23.5	16.0	83	125	85	+56	
JULIO	92	19.6	24.2	15.9	78	167	87	+5	
AGOSTO	100	19.5	24.2	15.8	78	153	87	+13	
SEPTIEMBRE	162	19.2	24.2	15.7	80	131	85	+77	
OCTUBRE	283	18.6	23.0	15.4	84	103	87	+196	
NOVIEMBRE	238	18.6	23.0	15.5	84	93	85	+153	
DICIEMBRE	153	18.9	23.0	15.6	83	109	87	+66	
TOTAL(o med)	2051	19.2	23.8	15.8	82	1455	1028	+1023	

ESTACION CLIMATICA : ALBAN

MUNICIPIO : EL CAIRO

DEPARTAMENTO : VALLE DEL CAUCA

ALTITUD : 1500 m

LATITUD : 4°46'N

LONGITUD : 76°13'W

CUENCA HIDROGRAFICA : GARRAPATAS

PERIODO DE OBSERVACION : 1975 - 1988

MES	PRECIPI TACION (mm)	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (horas)	EVAPORACION POTENCIAL (mm)	BALANCE HIDRICO	
		MED.	MAX.	MIN.				EXC.(+)	DEF.(-)
ENERO	68	19.6	24.7	15.4	79	123	89	-21	
FEBRERO	72	19.9	24.9	15.5	79	110	81	-2	
MARZO	86	20.0	25.1	15.7	80	120	89	-1	
ABRIL	155	20.0	25.1	15.8	81	107	86	+41	
MAYO	152	20.0	25.1	15.8	81	117	89	+63	
JUNIO	120	20.0	25.4	15.5	79	124	86	+34	
JULIO	72	19.9	25.7	14.9	77	159	89	-1	
AGOSTO	105	19.9	25.7	14.9	77	148	89	0	
SEPTIEMBRE	123	19.4	25.1	15.0	79	121	86	+37	
OCTUBRE	203	19.1	24.4	15.1	81	97	89	+114	
NOVIEMBRE	178	19.2	24.3	15.4	82	101	86	+92	
DICIEMBRE	107	19.5	24.3	15.5	81	104	89	+18	
TOTAL(o med)	1441	19.7	25.0	15.4	80	1431	1048	+399-24	

## Anexo 2 . LISTA DE LAS PERSONAS IMPLICADAS EN LA ENCUESTA DIAGNOSTICO MULTIFACTORIAL

Dario	Arbeláez	Jefe proyecto plátano. Federación Nal. Cafeteros
Juan Carlos	Aristizabal	Agrónomo contratado por la encuesta
Selma	Asprilla C.	Agrónomo en formación
Hugo	Baena A.	Jefe programa plátano. Comité cafet. Quindío
Bernardo	Cháves C.	Jefe sección Biometría. Cenicafé*
Bruno	Delvaux	Agropedologo Banano. IRFA**
Cécile	Dubois	Servicio Biometría. IRFA**
Manuel	Echeverry	Jefe Programa Experimentación Regional. Cenicafé*
Jacky	Ganry	Director Investigación Banano-plátano. IRFA**
Jacques	Godefroy	Jefe servicio Agropedología. IRFA**
Francisco	Grisales	Agrónomo. ETIA. Cenicafé*
Alvaro	Jaramillo	Agroclimatología. Cenicafé*
Thierry	Lescot	Agrónomo plátano. IRFA**
Jean	Marchal	Jefe servicio Fisiología. IRFA**
Xavier	Mourichon	Jefe servicio Fitopatología. IRFA**
Omar	Osorio	Técnico convenio IRFA-CIRAD/Federacafé.
Carlos	Ovando	Jefe programa plátano. Comité cafet. Risaralda
Xavier	Perrier	Jefe servicio Biometría. IRFA**
Jean-Louis	Sarah	Jefe servicio Nematología. IRFA**
Fernando	Soleibe	Jefe programa plátano. Comité cafet. Caldas

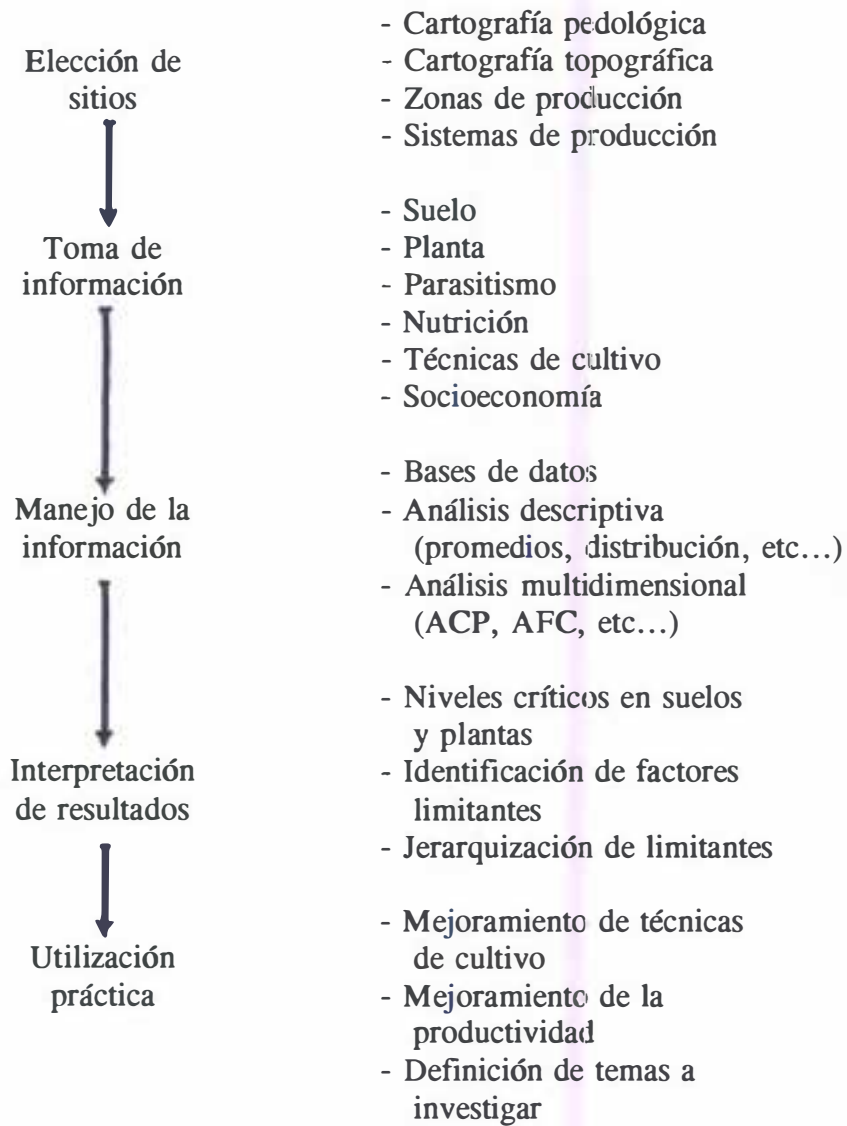
Y los jefes y agrónomos de los servicios de extensión seccional de los comités departamentales del Quindío, Caldas, Risaralda, Valle del Cauca y Tolima.

\* Cenicafé : Centro Nacional de Investigaciones de Café.

\*\* IRFA : Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes.



### Anexo 3 . ETAPAS EN LA ENCUESTA DIAGNOSTICO



Anexo 4 : Formulario de campo

ENCUESTA DIAGNOSTICO PLATANO - ZONA CAFETERA - ENLÍACO 30

N° Código  Dpto.  Municipio  Vereda  Finca   
 Propietario  Administrador  Encuestador  Fecha

Información Recibida Superficie en cultivo  Ha - En café  Ha -  Matas - En platano  Ha -  Matas  
 En banano  Ha -  Matas - % plantanera mezclada con café:  - con bananera :  Pura :

					USO DE PLATANO	
					Autoconsumo (%)	Venta (%)
					Ventas: Nivel:	Intermediario:
CAFE :	Fertilización	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Al racimo <input type="text"/>	Finca <input type="text"/>
		2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Al poco <input type="text"/>	Vereda <input type="text"/>
		3	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Municipio <input type="text"/>
	Fungicida	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Departamento <input type="text"/>
		2	<input type="text"/>	<input type="text"/>		País <input type="text"/>
	Insecticida	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Exportación <input type="text"/>
		2	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	Herbicida	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
		2	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
						AL NIVEL
PLATANO :	Fertilización	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Variedades	Finca
		2	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Lote
		3	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
		4	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	Fungicida	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
		2	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	Insecticida	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
		2	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	Herbicida	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
		2	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
					Densidades : Finca	
					1	x
					2	x

Origen de la semilla (1012) : Finca  Vecino  Municipio  Otro municipio  Otro departamento  Altura del colino  cm  
 Preparación de la semilla : Nada  Pelado  Químico  Cortada  Una mano  Mas  No colino por sitio   
 Tamaño hueco : L  cm x A  x P  cm Profundidad de siembra:  cm. M. orgánica: Tipo  Cantidad  kg  
 Frecuencia (veces/año)  Interés de esta producción  Lote : Cultivo anterior  Viento: Poco   
 Deshoje  Problemas encontrados :  Edad del Cultivo  meses Medio   
 Deshoje  Duración prevista del cultivo  años Demasiado   
 Aporque   
 Mes de siembra más usado  Pluviometría anual estimada promedio

Información Tomada Erosion  Nula   
 Suelo : Roca suelo  Topografía : Plana  Importante  Práctica de control  Plátano %   
 Taxonomía perfil  Ondulada  Signos de mal drenaje  Gross Michel   
 Tipo perfil  Ladera  Bajo  Guineo   
 Profundidad estimada  m Cima  Media  Bocadillo   
 Otros

N°	Variedad **	Altura	Circunferencia	Número	Cultivo	Sistema	Pura
Mata *			(1 m)	Mano	Dedos		
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		En barrera <input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Distancia barrera-café <input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Asociado con café <input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Densidad café <input type="text"/> /Ha
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Asociado con otros <input type="text"/>
6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		¿ Cuáles ? 1 <input type="text"/>
8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		2 <input type="text"/>
9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		3 <input type="text"/>
10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		

\* Estadía : Manos apenas descubiertas

\*\* D : Dominico DE : Dominico Barton E : Barton DEE : Dominico Barton Enano O : Otros

## ENCUESTA DIAGNOSTICO PLATANO - ZONA CAPETERA - ENDIACU 90

N° Código  Altitud  msnm Pendiente  % orientación   
 Distancia  m Edad estimada  años Promedio matas/sitio   
 Destronque NO ☐ SI ☐ Gradual ☐ Altura inicial  m Altura final  m Cortado al suelo ☐

N° Matas	(1) Sigatoka Y.L.S.	(1) Hojas Vivas	(2) Picudo Negro	Necrosis Raíces						Nódulo Raíces	Observaciones
				Nota	Evolución (3)	Cilindro Central	Corno	Aguja	Raíces Agua		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

(1) = Antes de floración

2 = A la recolección

 (3) 1 = Basal  
 2 = Apical  
 3 = Indeterminada

## ENCUESTA DIAGNOSTICO PLATANO - ZONA CAFETERA - ENDIACO 90

N° código	Fecha	Mulo Malo Ausente	Malo Aislado	Medio - Moderado Poco -	Medio + Moderado Poco +	Bueno Mucho Fuerte	Demasiado Total 100%	Observaciones
DEPARTO ESPACIAL								
HOMOGENEIDAD DE DESARROLLO								
ESTADO VEGETATIVO (VIGOR)								
ESTADO FLOREAL								
DESCALCETAMIENTO								
DESHIJE SELECCIONADO								
DESHIJE DE MANTENIMIENTO								
DESBELLOTE								
DESHOJE								
DESTONQUE								
APERTURA CALZETAS								
VOLCAMIENTO								
ABRAQUE								
APORQUE								
MATERIA ORGANICA								
NUTRICION GENERAL								
MAL NUTRICION - CARENCIA	N							
	P							
	K							
	Mg							
	Ca							
	B							
	Zn							
DEFORMACION FOLIAE								
DEFORMACION BANDERA								
FORMA DE ROSA								
PLATANO «MACHOPPO»								
ENBALCONAMIENTO								
DESCEPE								
RESIEMBRA								
APONTAMIENTO								
CONTROL DE MALEZAS								
PLATEO								
AMARILLAMIENTO PREMATURO DEDOS								
SIGATOCA AMARILLA								
SIGATOCA NEGRA								
OTRAS ENFERMEDADES DE HOJA								
ELEFANTIASIS								
BACTERIOSIS								
VIROSIS								
GUSANO DE HOJAS (DANO)								
MAL DEL CIGARRO								
NECROSIS SOBRE DEDO								
OTROS DAÑOS SOBRE DEDO								
FICUDO RAYADO								
OTROS								
APRECIACION GENERAL								
OBSERVACION								
PESO POSIBLE DEL PACINO (PROMEDIO) :								



## **Anexo 5 . Factores de determinación para la elección de sitios de encuesta.**

### **En orden de importancia :**

**1. UNIDAD de SUELO** (según la caracterización hecha por la Federacafé en "Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en zona cafetera", por departamentos).

**2. ALTITUD**, 3 niveles :

1. 900 - 1200 msnm
2. 1200 - 1500
3. 1500 - 2000

**3. Nivel de TECNICIDAD**, 2 niveles :

1. bueno - medio
2. malo - bueno

**4. Nivel de ASOCIACION con CAFE**, 3 niveles :

1. "mateado"
2. en barrera
3. monocultivo

**5. Potencialidad**, 2 niveles :

1. buen potencial
2. zona marginal

Un factor de importancia es la determinación de la ubicación de **fácil acceso** (cerca de la carretera principal).

**Anexo 6. REPARTICION DE LOS SITIOS DE ENCUESTA (Zona cafetera central).**

	Municipios	n° finca	%
I. CALDAS :	17	76	46
	Manizales	18	23.7
	Chinchiná	10	13.2
	Palestina	7	9.2
	Riosucio	6	7.9
	Neira	5	6.6
	Anserma	5	6.6
	Marquetalia*	4	5.3
	Viterbo	3	3.9
	Supía	3	3.9
	Victoria*	3	3.9
	Belalcazar	2	2.6
	Salamina	2	2.6
	Marmato	2	2.6
	Aranzazu	2	2.6
	Pensilvania*	2	2.6
* Oriente del depatamento	Risaralda	1	1.3
	Samaná*	1	1.3
II. RISARALDA	9	28	17
	Santa Rosa de C	8	28.6
	Marsella	4	14.3
	Pereira	3	10.7
	Balboa	3	10.7
	Belen de Umbria	3	10.7
	Santuario	3	10.7
	Guática	2	7.1
	La Virginia	1	3.6
	Pueblo Rico	1	3.6
III. QUINDIO	9	41	25
	Montenegro	10	24.4
	Buenavista	7	17.1
	Tebaida	7	17.1
	Calarca	5	12.2
	Pijao	4	9.8
	Armenia	2	4.9
	Circasia	2	4.9
	Salento	2	4.9
	Quimbaya	2	4.9
IV. VALLE DEL C.	4	11	7
	Caicedonia	4	37.7
	Sevilla	3	27.3
	Alcala	3	27.3
	El Cairo	1	9.1
V. TOLIMA	2	9	5
	Fresno	5	55.6
	Líbano	4	44.4
Total : 165			

## CODIFICACION :

- \* -1 = no se sabe
- \* -2 = no se tomó la información
- \* 99 = no se realizó

### 1. Información general de la finca :

- Forma de venta :
  - \* R = al racimo
  - \* P = al peso
- Nivel de venta :
  - \* F = finca
  - \* V = vereda
  - \* M = municipio
  - \* D = departamento
  - \* P = país
- Nivel del intermediario :
  - idem nivel de venta
- Variedades :
  - \* D = dominico
  - \* DH = dominico hartón
  - \* H = hartón
  - \* DHE = dominico hartón enano
- Epoca de siembra :
  - \* TM = todo momento
  - \* CM = cuarto menguante (luna)
  - \* CC = cuarto creciente
  - \* LL = luna llena
  - \* FE = febrero
  - \* 03 = marzo
  - \* 05 = mayo
  - \* NI = sin información
- Viento :
  - \* P = poco
  - \* M = mucho
  - \* D = demasiado

### 2. Generalidades :

- Topografía :
  - \* LM = ladera media
  - \* LC = ladera cima
  - \* O = ondulado
  - \* P = plano
- Orientación : codigos de puntos cardinales.
- Sistema de cultivo :
  - \* P = puro
  - \* B = en barrera
  - \* AC = asociado a café (mateado)
  - \* AO = asociado a otro(s) cultivo(s)

### 3. Variedades - Manejo :

- Origen de la semilla :

- \* 1 = de la misma finca
- \* 2 = de la finca vecina
- \* 3 = dentro del municipio
- \* 4 = de otro municipio
- \* 5 = de otro departamento

- Preparación de la semilla :

- \* N = sin preparación
- \* P = pelada (machete)
- \* Q = aplicación de químico
- \* PQ = pelado + químico

- Corte semilla :

- \* 1 = a una mano (10 cm por encima cormo)
- \* 2 = más de una mano (> 10 cm)

### 4. Manejo :

Codificación general para cada parametro : nota sobre 5 :

- \* 0 = nulo o malo o ausente
- \* 1 = malo, regular, aislado
- \* 2 = medio-, moderado-, poco-
- \* 3 = medio+, moderado+, poco+
- \* 4 = Bueno, mucho, fuerte
- \* 5 = Demasiado, total, 100%

- Destronque (despues de cosecha):

- \* CS = cortado al suelo
- \* G = gradual
- \* NO = no se realiza

### 5. Crecimiento - Desarrollo - Nutrición :

Codificación igual a la del Manejo.

### 6. Plagas y enfermedades :

- Picudo negro y necrosis de raíces : promedio de 10 observaciones notando el nivel de galerias o necrosis asi :

- \* 0 = ausente - sana
- \* 1 = < 10%
- \* 2 = 10-25%
- \* 3 = 25-50%
- \* 4 = 50-75%
- \* 5 = > 75%

- Evolución de las necrosis :

- \* 1 = basal
- \* 2 = apical
- \* 3 = indeterminada



## 7. Control de plagas y enfermedades, malezas :

- \* 0 = ausente
- \* 1 = presente

## 8. Productos :

- \* AC(n) = abono al café
- \* AP(n) = abono al plátano
- \* FC(n) = fungicida al café
- \* FP(n) = fungicida al plátano
- \* IC(n) = insecticida al café
- \* IP(n) = insecticida al plátano
- \* HC(n) = herbicida al café
- \* HP(n) = herbicida al plátano
- \* (n) = número en orden de importancia

## 9. Análisis de suelo :

- Textura :

- \* 1 = arcilloso
- \* 2 = arcillo-arenoso
- \* 4 = arenoso
- \* 5 = arenoso-franco
- \* 6 = franco
- \* 7 = franco-arcilloso
- \* 8 = franco-arenoso
- \* 9 = franco-arcilloso-arenoso
- \* 11 = franco-limoso